# ELEMENTI
*DI*
# FISICA SPERIMENTALE.

TOMO IV.

# ELEMENTI
## DI FISICA SPERIMENTALE

DEL PUBBLICO PROFESSORE

GIUSEPPE SAVERIO POLI

ISTRUTTORE DI S.A.R. IL PRINCIPE ERED. DELLE SICILIE;

Membro Britannico della Società Reale di Londra; Socio dell' Accademia dell' Istituto di Bologna, di Torino, e di Siena; Pensionario della Reale Accademia delle Scienze di Napoli, ec.

*EDIZIONE PRIMA VENETA*

Arricchita d' Illustrazioni

DELL' ABATE ANTONIO FABRIS

E DI VINCENZO DANDOLO

E corredata di due Dizionarj di Nomenclatura chimica vecchia e nuova, nuova e vecchia,

*DOPO LA QUARTA NAPOLETANA*

*Notabilmente accresciuta e migliorata dall' Autore.*

TOMO IV.



VENEZIA MDCCXCIV.
DALLA TIPOGRAFIA PEPOLIANA
Presso Antonio Curti q. Giacomo
*Con Pubblica Approvazione e Privilegio.*

*Hominis sapientia est, ut neque te omnia scire putes quod Dei est: neque omnia nescire; quod pecudis. Est enim aliquod medium, quod sit hominis; idest* SCIENTIA CUM IGNORATIONE CONJUNCTA, ET TEMPERATA.

Lactant. Div. Instit. Lib. III. Cap. VI.

# INDICE
## DELLE LEZIONI
### E DEGLI ARTICOLI

contenuti in questo quarto Tomo.

## LEZIONE XVIII.



AR-

ARTICOLO II.



LEZIONE XX.



ARTICOLO I.



ARTICOLO II.



ARTICOLO III.



ARTICOLO IV.



ARTICOLO V.

## LEZIONE XXI.



## LEZIONE XXII.



AR-

ARTICOLO IV.



ARTICOLO V.



ARTICOLO VI.



ARTICOLO VII.



ARTICOLO VIII.



LE-

# LEZIONE XVIII.

## *Sul Suono.*

921. Abbiam considerato finquì la natura e le proprietà dell'aria in quiete ; ma siccome messa ella in moto viene a produrre o il vento, o il suono; ragion vuole , che rivolgiamo le nostre investigazioni sull' uno e sull' altro . Cominceremo dall' ultimo , siccome quello che non eccita nell' aria , se non se un moto insensibile .

## ARTICOLO I.

### *Del Suono considerato nel corpo sonoro, e nel mezzo che lo trasmette.*

922. Affin di poter dare una giusta e adeguata idea del suono , uopo è rimontare alla sua prima origine , ch' è nel corpo sonoro . Ora un corpo per esser sonoro forz' è che sia fornito d'un certo grado di elasticità , senza di cui, essendo egli percosso , produrrebbe uno strepito confuso, ma non un suono distinto . Battete un pezzo di piombo, di sego, di cera, ec., che certamente non sono elastici : non ne sentirete che il colpo . Ove però la percossa cada su d' un pezzo d' acciaio, di bronzo, di vetro, ec., debitamente sospeso , renderà egli un suono più, o meno sensibile, a misura che sarà più, o meno elastico .

923. Tostochè si percuote un corpo sonoro, vengonsi

si a generare in esso due diversi movimenti, uno de' quali chiamerem *moto totale*, e l'altro *parziale*. Il moto totale è quello, con cui si muovono tutte le parti del corpo sonoro insieme unite, dimanierachè gli fa cambiare notabilmente la sua figura. Una campana, esempigrazia, nell'atto che suona, cangia il suo orlo circolare A B (e così corrispondentemente tutto il resto) nella forma ellittica C D; indi nella E F; e così alternativamente. Ma nell'atto medesimo che ciò siegue, le parti della campana concepiscono un certo fremito, o vogliam dire un certo movimento di vibrazione insensibile, in forza della propria loro elasticità, mercè di cui vengono elleno in certo modo ad urtarsi le une colle altre. Questo è ciò che vuolsi intendere per moto parziale.

Tav. I. Fig. 1.

924. Per potersi assicurare dell'esistenza de' riferiti due moti, fa mestieri che si ricorra agli esperimenti. Abbiasi un anello di acciaio di figura circolare, simile ad A B; e sospesolo con quattro fili al punto R, gli si pongano quasi a contatto quattro palline di ottone C, D, E, F, appese anch'esse a quattro fili, annessi ai quattro ganci H, I, G, K. La sola pallina F dee toccarlo al di dentro; ma tutte le rimanenti al di fuori, come si scorge nella Figura. Disposte così le cose, si distacchi dall'anello, e si elevi alquanto in alto la pallina D, affinchè lo vada a percuotere nella caduta. E' bello il vedere nell'atto della percossa, che la pallina F è spinta in dentro verso il centro L; e le altre due C ed E, sono lanciate, una verso M, e l'altra verso N. La qual cosa indica in una maniera evidentissima, che l'anello ha dovuto cangiare in quell'istante la sua forma circolare A B nell'ellittica M N; giacchè altrimenti non sarebbesi potuto produrre l'effetto divisato.

Tav. I. Fig. 2.

925. Per ciò che riguarda il moto parziale, può ravvisarlo ognuno da se coll'applicare una mano ad una campana nell'atto che suona. Sentirà, ciò facendo,

un certo fremito, o leggerissimo tremore, da cui sono agitate tutte le parti della campana. Lo stesso si ravviserà parimente coll'applicar la mano a qualunque altro corpo sonoro d'una notabil grandezza. E' questa una scoperta, di cui siam debitori a' signori de la Hire, Perrault, e Carrè, come si scorge dalle Memorie dell' Accademia delle Scienze di Parigi, ove questa materia trovasi sviluppata molto diffusamente.

*926.* Ciò posto impertanto, uopo è sapere che il suono non vien prodotto, se non se in virtù delle vibrazioni parziali (§. *923*). Prendete tralle mani una di quelle mollette, di cui sogliam far uso pe' cammini, stringetene le due aste colle dita sì che giungano a toccarsi l'una coll'altra; indi ritirate immediatamente la mano per lasciarle in libertà. Concepiranno elleno un sensibilissimo moto di vibrazione, ma non produrranno alcun suono. Or in luogo di moverle nel modo indicato, battetele con una chiave, o con altro simile ordegno. Cosa ne avverrà? Non solamente avranno elleno il moto di vibrazione accennato dianzi, ma produrranno del suono. Qual mai può esser la cagione di un siffatto divario? Non altra certamente, se non se questa; cioè a dire, che in questo secondo caso, oltre al moto totale che si comunica alle molle, non altrimenti che nel primo, si eccita un certo fremito, o vogliam dir tremolio nelle loro particelle, dal quale soltanto abbiam detto venir cagionato il suono. Tutto ciò ch'è capace di distruggere cotesto moto, distrugge conseguentemente il suono. Di qui è, che l'applicazione della mano, d'un panno di lana, o d'altra cosa simile, su d'una campana, o altro strumento di tal natura, o ne diminuisce il suono, o lo fa cessar di suonare.

*927.* Essendo l'aria dotata di forza elastica, ne dee necessariamente seguire che il moto di vibrazione riferito dianzi comunicar si dee all'aria che circonda immediatamente il corpo sonoro; e da quella allo stra-

to d'aria a se vicino; e così di mano in mano. Cotesti strati che rappresentar si possono giustamente alla guisa di tante sfere concentriche B, C, D, quando
Tav. I. Fig. 3. il corpo sonoro sia A, debbono riagire in conseguenza contro la forza che tende in certo modo a condensarli; talmentechè lo strato D riagirà contro C; questo contro B; e B contro A, da cui egli è stato spinto verso D. Per la qual cosa il corpo sonoro dovrà riguardarsi appunto come situato nel centro di una massa d'aria di figura sferica, le cui particelle sono perpetuamente agitate da un fremito del tutto analogo a quello che si eccita in esso durante il tempo ch'egli suona. Ecco qual è l'idea la più naturale della propagazione del suono; ed ecco parimente la ragione, onde accade che il suono si diffonde intorno inrorno; e che in qualunque situazione che altri si trovi rispettivamente al corpo sonoro, purchè sia egli però entro la sfera della sua attività, non manca giammai di sentirlo.

928. Uopo è qui avvertire per ischivare ogni errore, che le divisate onde sonore, le quali diffondonsi in giro, non si propagano con moto progressivo alla guisa delle picciole onde circolari generate nell'acqua dal gettarvi dentro una pietra. Queste partendosi dal centro, van procedendo di mano in mano in avanti, cosicchè la medesima onda si va successivamente discostando dal centro stesso; quelle al contrario non si dipartono dal sito, in cui sono: le più interne urtano le più lontane a se contigue; e queste, riagendo in parte opposta contro di quelle, e così alternativamente, cagionano l'indicato fremito in tutta la massa aerea.

929. Dalla dichiarata idea della propagazione del suono non solamente si rileva la ragione, per cui egli si va affievolendo di mano in mano, a misura che si discosta dal corpo sonoro, ma eziandio la legge, con cui si fa cotesto affievolimento. Il fremito eccitato in

A,

A, è la forza che va ad eccitarne uno simile nello strato B di aria. Da questo si cagiona il fremito in C; e dal fremito di C procede quello di D. La sola ispezione della Figura è sufficientissima a far rilevare, che l'efficacia del fremito eccitato in B dovendosi comunicare allo strato C di se maggiore, dee necessariamente scemarsi; imperciocchè quella determinata forza passa a distribuirsi ad un maggior numero di parti, ciascuna delle quali avrà per conseguenza minor moto di quello che hanno le parti dello strato B. Per la ragione medesima la detta efficacia sarà minore in D, che in C; e così successivamente. Or siffatta diminuzione esser dee proporzionale alla superficie degli strati, ossia delle sfere aeree B, C, D, ec. E poichè le superficie delle sfere sono tra esse come i quadrati de' loro semidiametri; chiaro si scorge che l'efficacia del suono esser dee nella ragione inversa de' quadrati delle distanze dal corpo sonoro; che val quanto dire, che un determinato suono sarà 4 volte più debole alla distanza di 2 piedi; 9 volte più debole alla distanza di 3 piedi; e così in appresso; appunto come si è detto della forza di gravità (§. 76) (298). Tav. I. Fig. 1.



(298) Renderemo più sensibile, e nello stesso tempo più solida la spiegazione di questa importante proprietà del suono, cioè, *di esser più intenso in ragion duplicata inversa delle distanze*, nella maniera seguente: (vedi Tav. agg. fig. 1.).

Essendo il corpo sonoro come il centro d'una sfera aerea, nella quale il fremito che produce il suono, si propaga per ogni verso; egli è chiaro: I che questo fremito dev'essere tanto minore, quanto è maggiore la massa aerea alla quale si comunica; essendo (per quello che abbiamo veduto in meccanica trattando delle leggi del moto) tanto maggiore la perdita d'un corpo in moto, quanto è maggiore la massa a cui comunica il suo movimento: II. che questo fremito che parte dal corpo sonoro, si comunica ad una massa aerea, che cresce in ragione delle superficie sferiche e concentriche OF, GH, IK: III. che queste superficie o strati sfe-

930. Che la propagazione del suono si faccia col mezzo dell'aria (§. 927) si dimostra da ciò, che non si può giammai sentire alcun suono senza la presenza dell'aria. Ponete nel recipiente della macchina pneuma-

---

sferici concentrici sono tra di loro come i quadrati de' raggi A 1, A 2, A 3, essendo questa una proprietà delle superficie o strati sferici concentrici, come si dimostra in geometria. Se dunque l'intensità del suono è $= 1$ nel primo strato aereo O F, quella del secondo strato aereo ch'è quattro volte maggiore, sarà $= \frac{1}{4}$, essendosi divisa in quattro parti, e perciò diminuita di quattro volte.

Consideriamo ora per maggior chiarezza la propagazione del suono in una piccola parte, o settore di questa sfera, nella quale sia posto un orecchio per intendere il suono. Si può considerare la trasmissione del suono, come un cono aereo A 11', A 22', A 33', dappertutto tremolante come il corpo sonoro. In questo cono il suono, o il moto vibratorio, trasmesso dal corpo sonoro, si propagherà successivamente pei circoli aerei 11', 22', 33'; ma questi circoli sono tra di loro come i quadrati dei loro diametri 11', 22', 33', (proprietà delle superficie circolari) e questi diametri sono proporzionali alle distanze A 1, A 2, A 3 (essendo simili i triangoli A 11', A 22', A 33'). Dunque poste le distanze A 1, A 2, A 3 come 1, 2, 3; il suono in 11' sarà diviso per una massa d'aria come 1; quello in 22', per una massa d'aria come 4; quello in 33', per una massa d'aria come 9; e così in seguito, per quanto si supponesse prolungato questo cono.

Posto dunque che il suono si sentisse nel circolo aereo 11', con una intensità come 1; è chiaro che il suono nel circolo aereo 22, ossia il fremito del corpo sonoro, diviso in una massa quattro volte maggiore, diverrebbe quattro volte più languido, e la sua intensità non sarebbe che come $\frac{1}{4}$; in 33', essendo questo fremito comunicato ad una massa aerea nove volte maggiore, sarebbesi diminuito di 9 volte, e la sua intensità non sarebbe che come $\frac{1}{9}$; e così in seguito. Dunque un orecchio posto in 11' avrebbe un'impressione del suono come 1; un altro orecchio posto in 22' avrebbe un'impressione come $\frac{1}{4}$; ed un altro orecchio in 33' come $\frac{1}{9}$. Quindi resta dimostrato che le intensità dei suoni, a diverse distanze dai corpi sonori, decrescono in ragion duplicata inversa di queste distanze.

*Scolio*. Siccome però l'intensità del suono è proporzionale anche

alla

matica l' apparecchio destinato a tal uopo, che altro non è se non se un campanello, che può sonar da se per forza d'una molla: mettetelo in moto; e cominciate intanto a votare il detto recipiente. Il suono, cui sentirete ben chiaro in sulle prime, si andrà facendo più debole, a misura che vi si cagiona il voto: e quando questo sarà già formato, cesserà egli interamente, quantunque il martellino continui a percuoter come prima il detto campanello. Restituire l' aria al recipiente: il suono ritornerà a sentirsi; e andrà crescendo a proporzione che il recipiente si andrà riempiendo di aria (299).

931. Questa verità viene ulteriormente confermata dallo scorgersi, che il suono si rende più vigoroso, da-



alla densità ed alla elasticità dell'aria, come è chiaro da se (essendo l'intensità del suono proporzionale alla forza delle vibrazioni, e queste vibrazioni proporzionali alla densità ed all'elaterio); così la proposizione suespressa, non è vera, se non nell'ipotesi che l'elaterio e la densità dell'aria sieno eguali in tutti gli strati di quello spazio aereo, per cui si comunica il suono. L'aria per altro ha una densità ed una elasticità uniforme, almeno per uno spazio non molto esteso. Nulladimeno per esprimere in una maniera più generale e più vera gli accrescimenti e le diminuzioni dell' intensità del suono, convien dire, che *l'intensità del suono è in ragion composta della duplicata inversa delle distanze, e della diretta della elasticità e della densità*.

*Corollario*. Se dunque si produrrà un suono in un fluido più denso dell'aria, ed in proporzione più elastico; questo suono sarà più intenso, sentito ad uguali distanze dal centro sonoro, che non fosse stato prodotto nell'aria comune. Ciò accade di fatto, mettendosi un corpo sonoro nel gas acido carbonico, la cui densità eccede quella dell' aria di circa un terzo, ed è proporzionatamente più elastico. Il suono, nello stesso tempo ed alla stessa distanza, riesce molto più intenso e più forte.

(299) Questa sperienza non basta interamente per concludere che il suono non si propaga se non per mezzo dell'aria. Non potrebbe in fatti obbiettarsi, che i corpi sonori potessero ricevere certe alterazioni nel vacuo, per le quali divenissero incapaci di produrre alcun suono?

Tro-

date uguali le altre cose, col render l'aria più densa e più elastica. Ci assicura di ciò l'ordinaria macchina di compressione (§. *699*), onde vediamo che il suono del campanello, indicato nel §. antecedente, si va rendendo più forte e più sensibile, a misura che si va comprimendo l'aria nel suo recipiente (300). Scorgia-

Trovasi nelle Transazioni Anglicane (anno 1790, n. 321) una sperienza, la quale, sciogliendo direttamente questa obbiezione, dimostra con tutta l'evidenza, che l'aria è il vero veicolo del suono. Siffatta sperienza consiste in questo:.

Fu messa una campana sotto un recipiente, e fu ben fermato questo recipiente con un peso proporzionato, affinchè la sua aria interna non potesse aver mai veruna comunicazione con l'aria esterna, negli orli inferiori. Sopra questo recipiente ne fu messo un altro, molto più grande, adattato ed assicurato colla medesima diligenza del primo. Ciò fatto, si è estratta l'aria contenuta tra un recipiente e l'altro. Fatta suonar la campana sotto il recipiente, di mano in mano che l'aria diveniva più rara, anche il suono diventava più debole, di modo che, giunta l'aria alla massima rarefazione, non s'intendeva più suono di sorta.

Ora egli è certo che la campana produceva un fremito, essendo suonata nell'aria stessa identica a quella dell'atmosfera; ma questo fremito non si sentì più, dacchè fu rarefatta l'aria che la circondava. Dunque l'aria è il vero mezzo della propagazione del suono.

(300) Il sig. Hausksbee ha dimostrato che crescendo la densità dell'aria, cresce pure in una certa proporzione anche l'intensità del suono; ma che ciò non ha luogo che fino ad un certo grado di densità, passato il quale le intensità dei suoni si mantengono a un di presso le stesse. Questa sperienza contiene in sostanza quanto segue.

Messa una campana sotto il recipiente d'una macchina pneumatica, e fattala suonare prima di comprimervi l'aria, cioè, quando quest'aria aveva la stessa densità di quella dell'atmosfera, il suo suono poteva intendersi ad una distanza di quaranta braccia; ridotta l'aria ad una densità doppia, sotto il recipiente, il suono della campana poteva intendersi ad una distanza doppia, cioè, di ottanta braccia; ridotta poi ad una densità tripla, il suono poteva intendersi fino ad una distanza tripla, cioè, di cento venti braccia. Passato questo termine poi, per quanto siasi potuto render

giamo ancor noi qualche sorta di divario ne' suoni in tempo d'inverno e di estate; in tempi sereni, secchi, piovosi, ec., ne' quali l'aria soffre dell'alterazione nella sua densità e nella molla (301).

932. Comechè tutto cospiri a convincerci esser l'aria un mezzo necessarissimo per la propagazione del suono, egli è indubitato similmente potersi quello propagare col mezzo dell'acqua. Ho sperimentato io stesso parecchie volte col tuffar la testa nell'acqua a diverse profondità, che si può chiaramente udire il suono prodotto dall'urto di due sassi, da un tiro d'archi-

der più densa l'aria del recipiente, il suono non s'intendeva ad una distanza maggiore di 130, o al più 160 braccia.

Ora posto ciò, che almeno fino ad un certo punto le densità dell'aria sieno proporzionali alle distanze, alle quali si sentono i suoni, di modo che in un'aria densa del doppio il suono si senta ad una distanza doppia; vogliamo dimostrare che da questa proprietà ne segue, che l' *intensità del suono è proporzionale al quadrato della densità*.

Supponiamo che il corpo sonoro A (vedi Tav. agg. fig. 2) che può essere riguardato come il centro d'una sfera d'attività, che spande dei raggi sonori da tutte le parti (vedi nota 298); supponiamo, dico, che questo corpo sia in un'aria la cui densità sia 1; e che l'orecchio sia posto alla distanza 1, ed abbia per apertura op; riceverà l'orecchio tutti i raggi sonori che formano il cono Aop, e che noi supponiamo necessarj per far sentire il suono alla distanza 1. Suppongasi adesso che si raddoppj la densità dell'aria, e che l'orecchio sia alla distanza 2: la sperienza surriferita prova ch'esso vi sentirà il suono, nella stessa maniera che lo sentiva nel primo caso, alla distanza 1. Ma è dimostrato in geometria che alla distanza 2 l'orecchio non riceve che il quarto dei raggi che riceveva alla distanza 1 (essendo l'area della base del cono A op a quella della base del cono AOP $:: \overline{Ao}^2 : \overline{AO}^2 :: 1 : 4$, e l'apertura dell'orecchio Of = op). Il suono dunque dev'essere quattro volte più forte alla seconda distanza, che non era alla prima. Nella stessa maniera si proverebbe che, per sentire il suono alla terza distanza, bisogna che sia 9 volte più forte. Dunque *il suono cresce come il quadrato della densità*.

(301) Vedi nota (302).

chibuso, dalla voce umana, ec. Altri poi han provato che lo sparo d'un cannone è riuscito sensibile a persone ch'erano immerse nell'acqua fino alla profondità di 12 piedi. Costa ugualmente da altri esperimenti, che lo strepito d'una bomba, crepata nel fondo del mare, si è sentito da coloro ch'eran sul lido. Non è da negarsi però, che il suono in tali casi s'indebolisce di molto, e rendesi più grave. Nè ci rimane il menomo sospetto, ch'egli possa trasmettersi col mezzo dell'aria frapposta tra le particelle dell'acqua, e non già per via dell'acqua stessa; essendosi sperimentato dall'abate Nollet, che il divisato effetto producesi costantemente senza il menomo divario, qualor si fa uso di acqua, renduta affatto scevra dall'aria.

933. Ci è riuscito agevole finquì l'investigare il modo, onde si forma e si trasmette il suono, poichè non abbiam fatto altro, se non che tener dietro alla guida ed a' lumi degli esperimenti. Non è però ugualmente facile il rintracciare onde avvenga, che le divisate onde sonore (§. 927) non si distruggono scambievolmente, o almeno non si confondono; e quindi che si può udire distintamente una moltiplicità di suoni variati nel tempo stesso. Qual numerosa serie di suoni non siam noi capaci di distinguere senza ombra di confusione in una sinfonia, in una frotta, in un concerto? Essendo questa una materia di pura specolazione, e che non si può in verun modo rilevare da' fatti, uopo è ricorrere alle ipotesi; tralle quali quella del signor de Mairan merita ragionevolmente la preferenza.

934. Suppone il signor de Mairan, che le particelle dell'aria oltre all'esser di differenti grandezze, son dotate eziandio di diversi gradi di elasticità, appunto come una picciola molla non si può piegare sì facilmente che una molla più lunga, comechè sieno esse simili in tutto il resto. Questa ipotesi viene avvalora-

ra-

rata dall'esempio della luce, le cui particelle, giusta la scoperta di Newton, non son tutte ugualmente rifrangibili. Da questa supposizione crede egli doverne necessariamente seguire, che le diverse ondolazioni, ovver fremiti del corpo sonoro, debbonsi comunicare soltanto a quelle particelle dell'aria circonvicina, le quali, attesa l'analogia e il grado della lor molla, sono atte a ricevere ed a conservare siffatta sorta di vibrazioni. Per la qual cosa essendoci tante diverse serie di particelle d'aria diversamente mosse, quanti sono i tuoni diversi; seguir dee per conseguenza, che i lor moti non si debbono confondere gli uni cogli altri; e quindi debbonsi distintamente sentire tutt' i tuoni nel tempo stesso.

935. A dire il vero però, anche ammessa cotesta supposizione, non si può chiaramente concepire perchè le mentovate masse aeree, comechè dotate di diverso grado di elasticità, urtandosi e riurtandosi in mille guise, non debbano disturbarsi scambievolmente almeno in qualche parte. Che direm dunque? Ci recherem forse a vergogna di non essere idonei allo scioglimento d'una sì astrusa ricerca? No: confessiam francamente la nostra ignoranza; e raddoppiamo i nostri sforzi per poter pervenire una volta a rintracciar la vera spiegazione di un sì meraviglioso ed intralciato fenomeno.

## ARTICOLO II.

*Della velocità ed estensione del Suono; del suo ripercuotimento; e de' mezzi per accrescerne l'intensità.*

936. La maniera, onde abbiam veduto eseguirsi la propagazione del suono (§. 927), ci fa apertamente scorgere ch'ella non è istantanea, ma bensì progressiva.

va. Vien ciò confermato colla massima evidenza possibile non solo dagli esperimenti praticati da' privati Fisici, ma eziandio da quelli che sono stati fatti da parecchie pubbliche Accademie. I risultati dell' esperienze dell' Accademia del Cimento ci rendono informati che il suono scorre lo spazio di 1185 piedi parigini nell' intervallo di un minuto secondo. L' Accademia delle Scienze di Parigi gliene assegna 1172: il celebre Cassini 1041; il cavalier Newton, Flamstedio, ed Halley, 1070, equivalenti a 1142 d' Inghilterra. Laonde volendosi attenere ad un calcolo *mezzano*, si potrà tener per fermo, che il suono trascorre 1100 piedi nel divisato intervallo di un secondo. Egli è cosa molto ragionevole il supporre che le testè rapportate differenze poterono esser cagionate da' diversi stati dell' aria in tempo che si praticarono gli esperimenti, siccome apparirà da ciò che siegue.

937. In tutto il tratto di tali ricerche seguiremo il risultato degli esperimenti del dottor Derham, praticati da esso lui con una sopraffina diligenza ed accuratezza, in una pianura di vastissima estensione. Ritrovò egli adunque in primo luogo, che i suoni, sieno deboli, sieno forti, trascorrono il medesimo spazio nello stesso intervallo di tempo; giacchè udiva egli nel medesimo istante sì lo sparo di un cannone, che i colpi di un martello, situati ambidue alla distanza di un miglio. 2°. che il moto del suono è del tutto equabile ed uniforme; imperciocchè lo sparo di un cannone, situato in distanza di un miglio, giugneva al suo orecchio nello spazio di 9 mezzi secondi ed $\frac{1}{4}$; in distanza di due miglia nello spazio di 18 mezzi secondi e $\frac{3}{4}$; in distanza di tre miglia nell' intervallo di 27 e $\frac{3}{4}$; e così successivamente. La qual cosa per altro erasi determinata dagli Accademici del Cimento prima di Derham. 3°. che siffatta velocità viene accresciuta, oppur ritardata dallo spirar de' venti, favorevole, o contrario; conciossiachè lo

stre-

strepito d' un cannone, collocato in distanza di 12 miglia, pervenne al suo orecchio nell' intervallo di 111 mezzi secondi, in tempo che soffiava un vento forte, che cospirava col detto romore; laddove il medesimo non vi giunse, che nello spazio di 122 mezzi secondi in tempo che il vento era direttamente contrario, quantunque foss' egli assai mite. 4°. che l' indicata accelerazione, ovvero il ritardo del suono, sono proporzionali alla forza del vento che li produce. In fatti un vento favorevole di 4 gradi di forza condusse il detto suono al suo orecchio nello spazio di 113 mezzi secondi; laddove un altro vento simile di 7 gradi di forza glielo portò nello spazio di 111. 5°. finalmente, che i venti, i quali spirano di traverso, non hanno veruna influenza per ritardare, od accelerare il suono. (302)

938.

(302) Siccome le osservazioni e le sperienze sopra la velocità del suono le più accreditate sono quelle che fecero i signori *de Thury*, *Moraldi*, e *de la Caille*, sopra una linea di 14636 tese, che aveva per termine la torre di Mont-Lheri, e la piramide di Montmartre, restando nel mezzo un osservatorio; così sarà bene il dare almeno l' estratto dei loro risultati. Trovarono essi dunque:

I. Che la velocità del suono in un tempo quieto è di 173 tese per secondo, e ch' è presso a poco la stessa quando la direzione del vento è perpendicolare al luogo dove si produce il suono, ed al luogo dove si sente,

II. Che si trasmettono colla stessa velocità tanto i suoni forti, quanto i suoni deboli.

III. Che i tempi piovosi, o sereni non alterano le velocità dei suoni.

IV. Che le velocità dei suoni sono le medesime sì di giorno, che di notte.

V. Che le velocità dei suoni sono eguali tanto nei grandi intervalli, quanto nei piccoli.

VI. Che la velocità del suono è la stessa, tanto se il suono sia diretto verso il luogo nel quale si sente, quanto in senso contrario,

VII. Che le direzioni dei venti accelerano, o ritardano le velo-

ci-

938. Mercè di un calcolo poi istituito sui varj dati delle finquì mentovate osservazioni, par che si possa stabilire, che la forza d'un vento forte contrario può recare al suono un ritardo di circa mezzo miglio per ogni dieci ch'egli ne scorra; e così a vicenda quand' egli spiri favorevole (303). E se dagli esperimenti istituiti dall'Accademia del Cimento si rilevò che lo spirar de' venti non influisce sulla velocità del suono; un tal errore devesi attribuire all'essersi fatti i tiri del cannone in picciola distanza, in cui le rapportate differenze di tempo (§. 937) dovettero per necessità riuscire insensibili.

939. La conoscenza dello spazio che il suono suol trascorrere nell' intervallo d' un secondo (§. 936), può riuscire assai profittevole in parecchi casi. Ognun sa, per esempio, che nello sparo d'un' arma da fuoco, fatto in qualche distanza, vedesi prima la fiamma, e poi s'ode il romore, per essere il moto della luce infinitamente più veloce di quello del suono. Laonde gli assedianti d' una piazza misurando il tempo che si frappone tra l' apparir della fiamma, e l' udir lo strepito d' un cannone sparato in quella, possono agevolmente rilevar la distanza in cui sono dalla medesima. In simil guisa misurando il tempo che passa tra lo scintillar d' un baleno, e il tuono che l' accompagna, si può venire in cognizione della distanza in cui trovasi allora la nube che li produce. In quest' ultimo caso, in cui non si cerca una grande esat-

cità dei suoni. Quindi essendo nota la celerità del suono ch'è di 173 tese al secondo, si potrà conoscere facilmente quella del vento, e viceversa.

VIII. Che il suono si comunica per linea retta, nè soffre alcuna alterazione dalle differenti disposizioni del terreno pel quale si trasmette.

IX. Che la gravità, o pressione dell'aria non ha alcuna influenza sulla velocità dei suoni; essendosi trovata la stessa a differenti altezze barometriche.

(303) Vedi nota antecedente.

esattezza, si suol far uso per misurare il tempo, delle battute del polso, ciascuna delle quali si computa per un minuto secondo, quantunque ordinariamente in un uomo sano e robusto, sia ella un poco più celere. Così supponendo, che tra il lampo ed il tuono seguano quattro battute di polso; si potrà dire che la nube si trova lontana per 4400 piedi, uguali a quattro volte lo spazio che il suono suol trascorrere in tempo d'un secondo ( §. 936 ).

940. Se qualcheduno fosse curioso di conoscere fino a qual distanza si possa estendere il suono, uopo è che sappia non esser possibile l'assegnare siffatti limiti, dipendendo ciò in gran parte dal grado d'intensità del suono medesimo. Egli è vero che il suono, sia forte, sia debole, trascorre uguali spazj in tempi uguali ( §. 937 ); ma è indubitato ancora, che il suono più forte si propaga ad una maggior distanza. Varj esperimenti praticati espressamente per determinar l'estensione del suono, ci rendono informati che lo sparo d'un cannone si è sentito alla distanza di 50 miglia. Quando Genova fu espugnata da' Francesi, lo strepito delle cannonate fu sentito da Livorno, che n'è distante per circa 90 miglia d'Italia. Rapporta il citato dottor Derham, che nella guerra del 1672 tra l'Inghilterra e l'Olanda, udivansi le cannonate fin dal Principato di Galles, che per lo meno era distante 180 miglia italiane.

941. La ragione e l'esperienza concorrono unitamente a renderci convinti, che le onde aeree cagionate dal corpo sonoro ( §. 927 ), tutte le volte che s'imbattono in ostacoli invincibili, vengono rimbalzate da quelli; e ritornano indietro nella guisa medesima che l'immagine di un oggetto vien rimandata dallo specchio che gli sta a rincontro; serbando similmente la legge generale di formar l'angolo di riflessione uguale a quello d'incidenza ( §. 296 ). Or questo suono rimbalzato per tal cagione, e per conseguenza ri-

pe-

petuto al par dell' immagine nello specchio, è ciò che chiamasi *Eco*.

942. Non basta la presenza e la qualità dell' ostacolo per potersi udir l'eco; ma si richiede inoltre una determinata distanza tra l' ostacolo e il corpo sonoro. Se sono essi molto vicini l' uno all' altro, il suono rimbalzato giugnerà all' orecchio dell' ascoltante pressochè nel punto stesso, in cui si udrà il suono diretto; e in conseguenza si andranno eglino a confonder
Tav. I. Fig. 4. tra loro, nè saranno discernibili l' uno dall' altro. Al contrario ritrovandosi l' ostacolo, esempigrazia A B, in distanza di 1100 piedi a un di presso da colui che parla, ( o da un corpo sonoro ), che supporremo esser D; si potrà da un altro, che sia in E, udire un eco che ripeterà distintamente tre sillabe. Imperciocchè parlando noi distintamente, possiamo a mala pena pronunziare più di tre sillabe in un minuto secondo: e poichè il suono nel tratto d' un secondo trascorre 1100 piedi (§. 936); il suono delle supposte tre sillabe impiegherà lo spazio di un secondo nel trascorrere da D a C; e quindi altrettanto tempo per passare da C ad E: per conseguenza il suono ripercosso giugnerà ad E un minuto secondo dopo che la persona avrà finito di pronunziare le tre sillabe in D; e così sentirassi ivi l' eco e il suono diretto. Se la mentovata distanza fosse doppia di 1100 piedi; pet le ragioni testè addotte potrebbero sentirsi ripetere sei sillabe, e così in appresso. Questi sono gli echi detti *polisillabi*, taluni de' quali giungono a riperere distintamente, per cagione della gran distanza dell' ostacolo, un intero verso di Virgilio. Per aver l' eco monosillabo basta la distanza di 550 piedi, ch' è la metà di 1100.

943. In alcuni luoghi odesi talvolta ripeter successivamente la medesima sillaba sempre più affievolita; oppur si ha l' eco di eco. Il primo fenomeno dee la sua origine a differenti ostacoli, collocati l' un dietro

dell'

dell'altro ; e il secondo alla situazione rispettiva di quelli ; la quale può esser tale , che il suono ripercosso da uno, e lanciato sull'altro , venga ripercosso ugualmente da quello , e quindi altre volte da tutt' e due , come succede ad una palla, che sia ribattuta alternativamente da due giuocatori . In tal caso il semplice suono d' un cembalo , o d' un violino , potrebbe piacevolmente destare in noi l' idea d' una sinfonia . Succede alla giornata, che una cannonata tirata in un porto di mare ; un colpo di archibuso dentro di un bosco ; od anche un tuono, che scoppia nell'aria, sentonsi rimbombar per lungo tempo , e ripetersi successivamente con varj gradi di forza , per cagion degli alberi , degli edifizj, o d'altri ostacoli di tal natura , da cui vengono rimbalzati .

944. Il suono ripercosso oltre a cagionar l' eco , può in taluni casi accrescer l'intensità del suono stesso : e per poter concepire come ciò avvenga , ridurrem brevemente ad esame la costruzione e gli effetti del *Portavoce* , detto con altro nome *Tromba parlante* . Vien egli costrutto d' ordinario di qualche sorta di metallo della forma rappresentata dalla Figura 5 ; e si adopera generalmente a bordo delle navi per poter parlare , e farsi udire a distanze molto notabili . E' agevole il concepire, ch'essendo applicata la bocca all' estremità A ; e parlandosi dentro del tubo A B ; la forza della voce , che in altro caso si comunicherebbe tutt' all' intorno sull'aria adiacente , come da un centro verso di una circonferenza ( §. 927 ) , opererà soltanto nella colonna d' aria contenuta nella tromba A B ; ond' è , che la colonna medesima concepirà un moto maggiore, e farà delle vibrazioni più vigorose , e più frequenti di quelle che farebbe qualora fosse di maggior massa : per conseguenza la voce dovrà farsi udire più da lontano . Tav. I. Fig. 1.

945. In secondo luogo contribuisce a ciò l' elasticità del metallo , ond' è formata la tromba . Imperciocchè

chè essendo egli percosso dall' onda sonora, concepisce una specie di fremito, il quale continua per un certo tempo, e quindi obbliga a fremere ugualmente le particelle dell' aria, che s' imbattono in esso. Cotesti fremiti ripetuti per cagion dell' elasticità del metallo, cagionano naturalmente la ripetizione dello stesso suono, il quale per conseguenza dee crescere in intensità, e farsi sentire più da lontano.

Tav. I. Fig. 5. 946. Vuolsi rifletter finalmente, che parlandosi entro la tromba, all' infuori del raggio A B, chè va per l' asse di quella, tutti gli altri, come A C, A D, vengono riflettuti dalle sue pareti di mano in mano; prima in C e D; poscia in E ed in F, ec.; finattantochè in ultimo n' escon fuori in direzion parallela G I, H K. Or tutti cotesti rimbalzi debbono per necessità ripetere il suono, e quindi accrescerne la forza. Questa verità rendesi manifesta dallo scorgersi da' fatti, che le trombe più lunghe, ove i detti rimbalzi sono più numerosi, producono il suono più forte: ed è dimostrato, che l' efficacia del suono, nel sito ove siegue la prima riflessione, è all' efficacia sua, ove si fa l' ultimo rimbalzo, nella ragion diretta de' diametri della tromba in que' tali siti, e del numero delle riflessioni già seguite. Suppongasi, per esempio, che il diametro C D sia al diametro G H come 1 a 3; e che la voce sia stata riflettuta tre volte per giugnere da D in H; l' intensità di essa in G H sarà a quella in C D, come 3 moltiplicato per 3, ossia come 9 ad 1.

Tav. I. Fig. 6. 947. Per le ragioni finquì dichiarate si suol far uso di strumenti di tal natura da coloro che sono duri d' orecchio. Hanno eglino comunemente la forma d' una cornetta, di cui applicando l' estremità sottile all' orecchio, tiensi l' altra rivolta verso coloro che si vogliono udir parlare. L' uso, a cui sono destinati, fa dar loro la denominazione di *Corni acustici*.

948. La forma la più vantaggiosa, che dar si possa ai

ai *Portavoce*, è quella della Fig. 6, la quale è composta, siccome ognun vede, dalla parte ellittica A D, e dalla parabolica D G. La voce pronunziata in A riflettendosi ne' punti B, B, C, C dell'ellisse; i raggi ripercossi vanno poscia a concorrere nel suo foco D: di là rifletronsi di bel nuovo ne' punti E, E, F, F, della parabola; ed essendone tramandati nelle direzioni parallele F H, E I, E K, F L; propagar si possono con somma efficacia fino a distanze considerabilissime (304).



(304) Questa proprietà dei raggi sonori di riflettersi, partendo dal foco d'una parabola, per una direzione parallela all'asse, e partendo da uno dei fochi dell'ellisse di riflettersi nell'altro foco, è comune anche ai raggi della luce; ed in generale ad ogni atomo perfettamente elastico. Sarà dunque bene il dare le dirette dimostrazioni di questa proprietà; tanto più che la maggior parte dei corsi di Fisica trascurano di darle, almeno con metodo diretto.

*Quanto alla parabola*. (Tav. agg. fig. 3) Sia A M una parabola, F il foco, F M un raggio sonoro che cade in M, M H lo stesso raggio sonoro riflesso. Dico che questo raggio riflesso M H è parallelo all'asse A P.

Essendo M una porzione infinitesima della parabola, si può questa considerare come una parte della tangente tirata dal punto M. Si prolunghi siffatta tangente indefinitamente in V, ed in T finchè incontra l'asse prolungato; si cali M P perpendicolare all'asse. Se si chiami p il parametro, ed $AP = x$, essendo $AF = \frac{1}{4} p$ per la natura della parabola, sarà $FP = x - \frac{1}{4} p$, e $PM = \sqrt{px}$, secondo l'equazion generale di questa curva. Dunque sarà $\overline{FM}^2 = \overline{FP}^2 + \overline{PM}^2 = x^2 + \frac{px}{2} + \frac{p}{16}$, e perciò $FM = x + \frac{p}{4}$. Ora, essendo A T uguale all'ascissa, per un'altra proprietà della parabola, sarà $FT = TA + AF = x + \frac{p}{4}$. Dunque la retta $TF = FM$, e perciò l'angolo $FTM = FMT$; ma l'angolo $FMT = HMV$ per ipotesi, essendo l'angolo di riflessione uguale a quello d'incidenaa; dunque $FTM = HMV$, cioè l'angolo esterno eguale all'interno dalla stessa parte; dunque M H parallela a T P. I raggi dunque che partono dal foco d'una parabola si riflettono in una direzione parallela all'asse.

*Quanto all'ellisse*. Sia (Tav. agg. fig. 4.) D B P un'elisse, C

949. Il suono, che sia stato rimbalzato da varj ostacoli, può a somiglianza della luce raccorsi in un punto come in un foco, e rendersi quivi assai più discernibile e distinto, di quel che lo è nel sito, ond' egli procede. Facciasi una volta, o un muro qualunque, di figura circolare, od anche meglio di figura ellittica, o cilindrica, come vien rappresentato dalla Fig.

---

il foco, N il centro; CB un raggio sonoro che cade in B, BH la direzione di questo raggio sonoro riflesso; dico che il punto H dove questo raggio riflesso tocca l'asse, è l'altro foco di questa ellisse.

Si meni da B la tangente BA, prolungata fino che incontra l'asse in A, la qual tangente sarà il piano su cui cade il raggio CB, per quello che dicemmo sopra, trattando della parabola. Si calino le rette CR, OH perpendicolari alla tangente, e finalmente si alzi la normale BF.

Per la similitudine dei triangoli ACR, AHO, si avrà AC : AH :: CR : HO, e per la similitudine dei triangoli CRB, HBO, (essendo gli angoli in R, O retti, e gli angoli CBR, HBO uguali per ipotesi) si avrà CB : BH :: CR : HO; dunque starà AC : CB :: AH : BH. Ora, essendo CBR = HBO per ipotesi, ed FBR = FBO perchè retti per costruzione, sarà CBF = FBH, cioè, nel triangolo CBH l'angolo B è diviso per metà dalla retta BF. Dunque starà (pr. 3, l. 6.) CB : CF :: HB : HF; ma si è dimostrato essere AC : CB :: AH : HB; dunque starà AC : CF :: AH : HF, e dividendo AC—CF : CF :: AH—HF : HF, cioè, AC—CF : CF :: AF : HF, e perciò $HF = \frac{CF . AF}{AC-CF}$, ed aggiugnendo CF da amendue le parti, $HF + CF = CH = \frac{CF . AF}{AC-CF} + CF = \frac{2 AC . CF}{AC-CF}$. Sostituendo adesso i valori analitici di AC, CF tolti dall'equazion dell'ellisse, con le ascisse al centro, prendendo $DP = 2a$, e $CN = c$, si ha $CH = \frac{((2a^2 - 2cx) : x) \times ((a^2c - xc^2) : a^2)}{((a^2 - cx) : x) - ((a^2c - xc^2) : a^2)} = 2c$; ma $CN = c$, dunque anche $NH = c$. Ogni raggio sonore

Fig. 7) ed applicando la bocca al sito A, si proccuri di parlare a voce bassa. Ne avverrà da ciò, che le vibrazioni eccitate nell'aria da quella voce, spandendosi tutt' intorno, andranno prima a percuotere ne' punti B, B, B, B, della volta; indi saranno rimbalzate contro i punti C, C, C, C; di là contro D, D, D, D; e successivamente contro di E, E, E, E. Ma siccome dopo di un tal rimbalzo andranno tutte a concorrere nel punto F; un orecchio quivi applicato udrebbe la voce più distinta, e più forte di quel che la sia nel punto A; conciossiachè le anzidette ripercussioni ne' diversi indicati punti produrranno l'effetto di più voci che da distinte persone fossero contemporaneamente ivi ripetute (305). Di questa sorta di edifi- Tav. I. Fig. 7.



ro dunque che, partendo da un foco cade sopra un punto d'una superficie ellittica, nella sua riflessione cade nell'altro foco.

(305) Se la volta è di figura ellittica, potranno per mezzo de' raggi sonori riflessi tanto più reciprocamente intendersi parlare due uomini, quanto più andranno a collocarsi vicini ai fochi di questa ellisse (vedi nota 304).

Se la volta è di figura cilindrica, o circolare; siccome ogni cerchio è una specie d'ellisse, i cui fochi vanno a cadere amendue nel centro; così è chiaro che un uomo postosi a parlare nel centro di siffatte volte sentirà un forte rimbombo, avvegnachè tutti i raggi sonori torneranno a riflettersi verso lui stesso. Per la stessa ragione una persona che si mettesse in ogni altro angolo di siffatta volta ad ascoltar quest'uomo, posto nel centro, sentirebbe del mormorio, ma confuso e disordinato senza poter ben distinguere i suoni, quanto alla riflessione dei raggi sonori, non essendo questi riflettuti verso d'altra parte fuori che al centro. Ma se sotto le volte cilindriche, o circolari si mettono a parlar due persone, poggiate ai muri di siffatta volta, s'intenderanno parlare facilmente per mezzo della riflessione dei loro raggi sonori. Sia in fatti un uomo in A (vedi fig. 7, Tav. I) che parla, e sia A B uno de' suoi raggi sonori, riflettuto per B C. Tirata la tangente r f dal punto B, essendo l'angolo d'incidenza uguale a quello di riflessione, sarà r B A = f B C; ma la misura dell'angolo formato dalla tangente e dalla corda è la metà dell'arco sotteso dalla corda; dunque le metà degli archi, e perciò gli archi stes-

zj ve n'è molti presso di noi; e specialmente di quelli che diconsi *Lamie a velo*. Tuttavolta però il più meraviglioso, che io abbia veduto, è *la Galleria di s. Paolo in Londra*, detta colà nella lingua del paese *the whispering Gallery*. E' cotesta una specie di balconata di figura circolare; che attornia tutta la parte interna della gran cupola della chiesa; e quand' anche l'orecchio applicato al muro della cupola, fosse distante per più di 60 piedi dal sito, ov' altri parlasse a voce bassissima, pure si udrebbe questa colla stessa distinzione e chiarezza, come se si parlasse immediatamente a voce chiara dentro l'orecchio.

## ARTICOLO III.

*Della Cagion produttrice de' varj tuoni musicali, coll' applicazione agli strumenti da corda e da fiato.*

950. Non si è ragionato finora salvochè del suono in generale. Questo però può esser forte, ovver debole, grave, o acuto. La forza, o la debolezza del suono, dipende unicamente dal maggiore, o minor impeto, con cui si eseguono le indicate vibrazioni (§. 927); cosicchè l'aria percossa con maggior violenza produrrà un suono più forte; ma non per questo produrrà ella un tuono diverso. Toccate in fatti una corda tesa con una picciola forza, talmentechè si cagionino in essa delle picciole vibrazioni: vi produrrete un

stessi e le corde AB, BC sono eguali; per la stessa ragione proseguendo a riflettersi il raggio sonoro BC, cadrà in D, in E, in F, e saranno le rette AB, BC, CD, DE, EF uguali. Se dunque un uomo parla in A, almeno quei raggi sonori che cadono in una picciola porzione della volta vicina AB, si riflettono, sempre radendo la volta stessa ABCDEF. Per conseguenza un altro uomo posto in F potrà intenderlo facilmente, cadendo molti raggi sonori più volte riflettuti, o verso di esso, o in vicinanza di esso.

un suono debole, ch' esprimerà, esempigrazia, *Gesolreut*. Eccitate delle vibrazioni più notabili nella stessa corda: ne otterrete un suono più forte; ma questo esprimerà sempre l' accennato *Gesolreut*. Per la qual cosa è manifesto, che le vibrazioni più forti, o più deboli, non possono cagionare la diversità de' tuoni musicali; e la ragione si è, che le vibrazioni eccitate in una corda tesa, e in qualunque altro corpo sonoro, sieno forti, sieno deboli, si eseguono sempre nel medesimo intervallo di tempo. S' io movo, esempigrazia, la corda A B col mezzo del mio dito, comincerà questa a far delle oscillazioni notabili verso C, e verso H; le quali per altro si andranno rendendo meno sensibili di mano in mano sino a tanto che la corda si andrà a rimettere nella sua primiera situazione e quiete; cosicchè la prima potrà essere espressa dal parallelogrammo A C B H; la seconda da A D B G; la terza da A E B F, ec.; e l' efficacia del suono sarà proporzionale alla forza delle vibrazioni anzidette: il quale suono per conseguenza dovrà rendersi più debole di grado in grado, fino a tanto che ponendosi in quiete la corda A B, cessi dell' intutto. Or egli è dimostrato che tutte le dichiarate oscillazioni, quantunque tra loro diverse, si eseguono nel medesimo intervallo di tempo; cosicchè la vibrazione A C B H ha la medesima durata, che ha la vibrazione A D B G; e così delle rimanenti, come si è detto de' pendoli (§. 361).

Tav. I. Fig. 8.

951. Egli è dunque una verità di fatto, che tutte le vibrazioni, le quali si fanno in tempi uguali, non ostante che alcune sieno più deboli, ed altre più forti, producono costantemente il medesimo tuono. Dal che nasce poi, che tutte quelle corde che fanno lo stesso numero di oscillazioni in uguali tempi, riescono *unisone*.

952. L' esperienza ci dimostra d' altronde, che qualora due, o più corde eseguono un diverso numero

di vibrazioni nel tempo stesso, producono costantemente un tuono diverso. Dal che si conchiude che la diversità de' tuoni deriva soltanto dalla diversa durata delle vibrazioni: dimanierachè le vibrazioni più lunghe producono i tuoni gravi, e le più corte gli acuti.

953. Le cagioni, per cui una corda può formare vibrazioni di diversa durata; ossia un diverso numero di vibrazioni in un dato tempo, riduconsi giustamente a tre; cioè a dire, alla grossezza della corda stessa, alla lunghezza, ed al grado di tensione. Per ciò che riguarda la prima, è verità costante, che se *due corde simili in tutto il resto, differiscono soltanto in grossezza; i tuoni ch' esse formeranno, saranno nella ragion diretta de' loro diametri* (306); cosicchè quella, il cui diametro sarà doppio dell'altra, esprimerà un tuono due volte più grave, o più basso, che dir si voglia. Ciò si può comprovare col mezzo del *Tonometro*, ch'è una specie di picciolo cembalo, destinato a questa sor-

Tav. I. Fig. 9. ta d'esperienze. Immaginatevelo espresso da ABCD. FG, IK, sieno due corde di ugual lunghezza, ed ugualmente stirate da' pesi pendenti E ed H; ma FG sia due volte più grossa di IK. Toccatele un poco; e vedrete, che se la prima suonerà *Gesolreut*, la seconda produrrà l' ottava, ch'è un tuono più acuto del doppio: e la ragione si è, che la corda di doppio diametro forma la metà del numero delle vibrazioni dell' altra in un dato tempo.

954. In quanto alla seconda delle rammentate cagioni, è cosa stabilita dal fatto, che *due corde, le quali avendo ugual diametro, e il medesimo grado di tensione,*

Fig. 9. *non differiscono, se non se in lunghezza; esprimono de' tuoni, che sono nella ragione inversa di siffatte lunghezze* (307). Così le due corde FG, IK, essendo di ugual

(306) Vedi nota (309).
(307) Vedi nota (309).

gual diametro, e stirate con ugual forza, ossia da uguali pesi E ed H; se si porrà un ponticello in L, talchè I K rendasi d'una metà più corta di F G, ossia come 1 a 2; il tuono ch'ella produrrà, sarà il doppio più acuto del tuono di F G. Imperciocchè farà ella un doppio numero di vibrazioni nel tempo stesso.

955. Per la qual cosa si è rintracciato da' Fisici, che se la lunghezza d'una corda qualunque, cui supporremo F G; sia divisa in 100 uguali porzioni; si avranno tutt'i tuoni contenuti in un'ottava, coll'adattare successivamente un ponticello, simile ad L, sulle divisioni marcate co' seguenti numeri; 50, 53, 60, 60 $\frac{6}{10}$, 75, 80, 80 $\frac{2}{10}$, 100; talmentechè se la corda F G, la cui lunghezza è di 100 parti, esprime il tuono più grave, ossia la nota fondamentale; adattato il ponticello sulla divisione 50, le farà produrre l'*ottava*, per cagion che la corda sarà ridotta alla metà della sua primiera lunghezza mercè l'applicazione di quel tal ponticello, e quindi sarà obbligata a fare un doppio numero di vibrazioni. Collocando poscia quest'istesso ponticello sulla divisione 53, la corda suonerà la *settima maggiore*: sulla divisione 60, produrrà la *sesta maggiore*; sulla 60 $\frac{6}{10}$, la *quinta maggiore*; e così di mano in mano. Di qui hanno avuto origine il cembalo, l'arpa, lo salterio; ed altri simili strumenti; i quali essendo forniti di differenti corde, proporzionali alle dichiarate lunghezze; vengono ad esprimere i diversi tuoni che abbiam veduto prodursi da una corda sola coll'applicazione del ponticello su quelle stesse divisioni: il qual ponticello altro non fa, se non se accorciare la lunghezza della corda proporzionalmente a que' tali numeri. Nel leùto poi, nel violino, nella viola, ed in altri di tal natura, in vece di moltiplicar le corde nel modo anzidetto, si applicano le dita sulla lunghezza del manico, per far quivi così l'uffizio del ponticello, e variare con tal mezzo la lunghezza delle corde, e la qualità de' tuoni.

Tav. I. Fig. 9.

956.

956. Che anzi in coresti ed altri simili strumenti, non solamente si tira partito dalla varia grossezza e tensione delle corde, per poter moltiplicare prodigiosamente i tuoni, ma si fa uso eziandio di corde di natura eterogenea, come son quelle di budello, ec.; essendosi rilevato per esperienza, che una corda di budello, uguale sì in lunghezza, che in diametro, ad una corda di ottone ugualmente tesa, produce un tuono, ch'è l'undecima acuta di quello che si produce dalla corda di ottone. Per la qual cosa una corda di budello più lunga, e meno stirata d'una corda di ottone ugualmente grossa, può produrre un tuono unisono a quella, o anche più acuto.

957. Il rapporto scambievole del numero delle vibrazioni, che due, o più corde debbon fare nel tempo stesso per produrre le differenti consonanze, si può esprimere in questo modo: 2 vibrazioni contro 1 formano l'ottava; 4 contro 1, la doppia ottava; 3 contro 2, la quinta; 4 contro 3, la quarta; 5 contro 4, la terza maggiore; 6 contro 5, la terza minore. Il numero delle vibrazioni essendo uguale in tutte le corde, genera l'unisono, ossia lo stesso tuono.

958. Finalmente vuolsi tener per fermo, che *due corde uguali in tutt'i rispetti, ma inegualmente tese, producono de' tuoni, i quali sono più acuti in proporzione delle radici quadrate delle forze, ovver de' pesi, da cui sono stirate* (308). Quindi è, che per fare che FG produca un tuono quattro volte più acuto di IK (non ostante ch'elleno non differiscano nè in diametro, nè in lunghezza), uopo è, che il peso E, che la stira, sia sedici volte più grave del peso H, ond'è stirata la corda IK; poichè 16 è il quadrato di 4, ch'è la la sua radice.

Tav. I. Fig. 9.

959. Laonde applicando al riferito tonometro otto cor-

(308) Vedi nota (309).

corde di ugual diametro e lunghezza; e stirandole con pesi, i quali sieno tra di loro nella proporzione di questi numeri, 60, 75, 94, 106, 135, 166, 210, 240; si avrà l'intera ottava, ossia le note naturali della musica, espresse nella scala diatonica, dalla cui combinazione formansi poi tutte le differenti specie di musici componimenti. Questi sono effettivamente i gradi di forza, con cui sono stirate le corde de' varj strumenti col mezzo de' bischeri, i quali siccome ognun vede, fanno quivi l'uffizio de' pesi divisati.

960. Le dichiarate verità intorno alle corde sono ugualmente applicabili agl' strumenti da fiato. La colonna d'aria, esempigrazia, racchiusa in un flauto, concepisce delle vibrazioni per forza del soffio che tende a condensarla; e son queste più frequenti a misura che si scema la lunghezza di una tal colonna. Ora siffatta lunghezza vien determinata dall' intervallo che v' ha tra il becco del flauto, ed uno de' suoi fori, che tiensi aperto; conciossiachè la colonna d' aria racchiusa nel flauto non produce alcun suono, se non quando le vibrazioni in essa eccitate si comunicano all' aria esteriore. Ma queste si comunicano per via del foro aperto; dunque tutto il resto della colonna, ch' è al disotto di quel foro, non ha veruna influenza per produrre il suono. E siccome una colonna più corta e più addensata, concepisce vibrazioni più frequenti, come si è detto delle corde §. 954; ciascun vede la ragione, per cui un flauto, o altro simile strumento, produce un tuono più acuto a proporzione che i fori aperti son più vicini alla bocca. Per la qual cosa il muover le dita in tali strumenti ad altro non serve, se non se a determinar la lunghezza della colonna di aria.

961. Tra i varj matematici che si sono applicati di proposito a far delle ricerche filosofiche intorno alla musica, colui che vi è riuscito più felicemente, e che ci ha somministrati de' gran lumi riguardo a questo pun-

punto, è senza dubbio il signor Sauveur. Or da parecchie osservazioni da lui praticate col massimo discernimento, risulta che il tuono il più acuto, cui l' orecchio umano è capace di sentire, è quello che si produce da 6400 vibrazioni nell' intervallo di un secondo; laddove il più grave ne fa 12½. E poichè 12½ si contiene 512 volte in 6400; si può ragionevolmente dedurre, che tra il tuono più grave e il più acuto, si debbono frapporre 512 tuoni intermedj, i quali per altro non si possono da noi effettivamente distinguere. Il nostro orecchio è suscettibile di distinguere tutt' al più soltanto quelli che si contengono in otto, o dieci *ottave*, ciascuna delle quali in se comprende sette note, giacchè l' ottava nota costituisce il principio dell' altra ottava che siegue. Vuolsi badare però, che gli orecchi dilicati, e molto avvezzi alla musica, possono ravvisare presso a 43 differenti gradazioni di tuoni in ciascheduna delle ottave già dette.

962. Oltre a' semplici tuoni vi sono eziandio le *Consonanze* nella musica, e per esse altro non s' intende, se non se l' accordo armonioso e piacevole; il qual si produce da due, o più tuoni insieme combinati. E' verità di fatto, che il nostro orecchio si compiace oltremodo di quei suoni prodotti da due, o più corpi sonori, le cui vibrazioni, quantunque diverse in numero, si vanno ad incontrare, ed a costituire una specie di coincidenza dopo di un dato intervallo; e che un tal diletto cresce a misura che l' indicata coincidenza divien più frequente. Qualora ella succede di rado, il suono riesce dispiacevole, e suole perciò chiamarsi *Dissonanza*. Or comechè le consonanze suddette sieno numerose, le più dilettevoli, e per conseguenza le più perfette fra tutte, riduconsi a tre; cioè a dire, alla *terza*, alla *quinta*, ed all' *ottava*; e la ragione si è, che la divisata coincidenza riesce in esse più frequente che nelle altre. Se voi toccate due corde uguali tra loro per tutt' i riguardi, non produrranno veruna

na armonia, ma bensì l'unisono, attesochè le loro vibrazioni s'incontrano costantemente. All'incontro se una di esse è la metà dell'altra, formeranno la consonanza, che dicesi ottava (§. 957.); imperciocchè nell'atto che la più lunga farà una vibrazione, la più corta ne farà due. Laonde la seconda vibrazione di questa andrà a coincidere col termine della prima di quella: e poichè siffatta coincidenza è la più frequente che possa giammai accadere tra due corde non unisone, la concordanza ch'esse producono, si reputa ragionevolmente la più perfetta. Affinchè una corda suoni la quinta acuta di un'altra, uopo è che la sua lunghezza sia soltanto due terzi di quella: conseguentemente farà ella tre vibrazioni in tempo che l'altra ne farà due; cosicchè la terza della prima corda andrà a coincidere colla seconda dell'altra corda. In simil guisa finalmente una corda che suona la terza acuta di un'altra, uopo è che sia lunga rispetto a quella come 4 a 5; ond'è, che la quinta sua vibrazione andrà a coincidere colla quarta dell'altra. Le coincidenze più lontane non producono, come si è detto, un suono sì armonioso; ed a misura che cresce l'intervallo del loro incontro scambievole, incominciano a degenerare in suoni disaggradevoli e fastidiosi (309).

AR-

(309) E' da dolersi che l'autore non dia neppure un cenno delle dottrine delle corde, sulle quali s'appoggia tutta la teoria della Musica, sebbene egli ne spieghi tutte le proprietà con maniere assai facili e chiare. Noi pertanto procureremo di sviluppare in qualche modo siffatte teorie, con un metodo tutto nuovo, che, per quanto crediamo, potrà sodisfare ai lettori, almeno per la sua nitidezza e semplicità. Se le dimostrazioni poi non sembreranno progredire sempre d'un passo egualmente rigoroso, ciò dipende, perchè, se si volessero rendere tali, includerebbero calcoli complicatissimi, che noi abbiamo creduto omettere per non imbarazzare i principianti in cose che riuscirono sempre difficili, anche a tutti i più celebri matematici che trattarono di proposito questo argomento.

I. *Una*

## ARTICOLO IV.

*Dell' Organo della Voce e dell' Udito.*

963. Tra i vari strumenti atti a produrre il suono modulato in varie guise, uopo è annoverare l' organo del-

I. *Una corda qualunque tesa, se si percuote con una forza non molto grande, fa ciascheduna delle sue vibrazioni nello stesso intervallo di tempo.*

Sia la corda A B (Tav. I, fig. 8.) comunque tesa. La forza che la percuote, rimovendola dallo stato suo naturale, può esprimersi con un peso che stiri la medesima corda. Stirata siffatta corda dal suo mezzo con un peso qualunque in E, e con un peso doppio in D, si rinvenne dopo replicati sperimenti, che le distanze da questo punto di mezzo della corda in E e D, che esprimono gli allontanamenti di questa corda dallo stato suo naturale, sono nella proporzione dei pesi che ne furono la cagione. Ma nelle corde elastiche le reazioni sono eguali; dunque la forza colla quale la corda stirata fino al punto D tende a ricomporsi allo stato suo naturale, è doppia della forza con la quale essa tende a ricomporvisi fino dal punto E. E siccome la forza si può considerare come il prodotto della velocità nella massa; così, in una stessa corda la massa essendo la medesima, sarà la velocità della corda al punto D, doppia della velocità della stessa corda al punto E; la qual proprietà rimanendo sempre la stessa in tutti i punti pei quali passano le due corde A E B, A D B, si rende manifesto che la corda A D B si comporrà alla linea retta A B nello stesso tempo che vi si comporrà l'altra A E B, e perciò queste due mezze oscillazioni si faranno in tempi eguali. La stessa dimostrazione giova per l'altra metà. Dunque ciascheduna delle vibrazioni d'una medesima corda si farà nello stesso tempo; il che dovea dimostrarsi.

II. *Se vi saranno due corde che facciano un numero differente di vibrazioni nel medesimo tempo, il numero delle vibrazioni starà in ragion inversa della durata di ciascheduna vibrazione.*

Sia il numero delle oscillazioni fatte dalla corda A B = ma, (Tav. agg. fig. 5, 6) ed il numero di quelle fatte nel medesimo tempo dalla corda C D = a. Perchè tutte le oscillazioni sono iso-

della voce, il quale consiste in un canale cilindrico., che prendendo il suo principio dal fondo della bocca, va poscia a terminare dentro i polmoni. Si suol egli denominar *Trachea*, ovvero *Asperarteria*. La parte supe-

---

isocrone, la durata di una delle oscillazioni nella corda AB sarà espressa per $\frac{1}{ma}$, e quella di una della corda CD per $\frac{1}{a}$. Dunque la durata d'una oscillazione nella corda AB sta alla durata d'una oscillazione nella corda CD $: : \frac{1}{ma} : \frac{1}{a} : :$ a : ma, cioè, in ragion inversa del numero delle oscillazioni.

III. *Se vi saranno due corde AB, CD di ugual grossezza, ed ugualmente tese, ma la lunghezza della corda AB sia doppia di quella della corda CD; il numero delle oscillazioni della corda AB sarà la metà del numero delle oscillazioni fatte nel medesimo tempo dalla corda CD.*

In fatti, se con un peso qualunque, stirando la corda AB fino al punto O, si allunghi questa di una porzione qualunque della sua lunghezza, stirata con un medesimo peso l'altra corda CD in O, si allungherà essa parimente di una egual porzione della sua lunghezaa. Ciò posto, è facile il rilevare che la perpendicolare RO sarà doppia dell'altra perpendicolare ro. Ora la forza che fa la corda, per ricomporsi, in amendue i punti O, o, è la medesima, opponendosi a pesi eguali, ed è eguale la massa, essendo della stessa grossezza; dunque la velocità della corda nel punto O sarà eguale alla velocità della corda nel punto o. Ma lo spazio RO da percorrersi è doppio dello spazio ro, ed in queste piccole distanze il moto si può considerar come equabile; dunque la durata della oscillazione della corda AB è doppia della durata della oscillazione della corda CD. Dunque il numero delle oscillazioni della prima corda è la metà del numero delle oscillazioni della seconda.

IV. *Se vi saranno due corde egualmente tese AR, CD e di egual lunghezza, ma la massa, cioè la grossezza della corda AR sia doppia di quella della corda CD; il numero delle oscillazioni della corda AR sarà la metà del numero delle oscillazioni che si fanno nel medesimo tempo dalla corda CD.*

Stirate le due corde in n, o con due pesi eguali, gli stiramenti essendo eguali, saranno eguali anche le perpendicolari; ed essendo

periore, la quale comunica immediatamente colla bocca, dicesi *laringe*, formata dall'unione di varie cartilagini, i cui lembi superiori son coperti da due legamenti trasversali, detti comunemente *corde vocali*, che for-

do eguali pure i pesi applicati, saranno eguali le forze delle corde nei punti n, o. Ora se la massa della corda AR sia = 2 m, e quella di CD = m, la velocità della prima = V, e quella della seconda = v, sarà 2 m V = m v, e perciò 2 V = v; dal che si ha v : V : : 2 : 1. Dunque la velocità della corda CD è doppia della velocità della corda AR. La durata dunque di una delle vibrazioni della corda CD sarà la metà della durata d'una delle vibrazioni della corda AR. Dunque il numero delle vibrazioni della corda CD è doppio del numero delle vibrazioni della corda AR nel medesimo tempo.

V. *Se vi saranno due corde di egual lunghezza e d'egual grossezza, o massa, ma la tensione della corda AR sia doppia della tensione della corda CD; il numero delle oscillazioni della prima sarà doppio del numero delle oscillazioni che si fanno dalla seconda nel medesimo tempo.*

Essendo la corda AR tesa doppiamente della corda CD, se si applichi ad amendue lo stesso peso, il deviamento dallo stato naturale della prima, sarà la metà del deviamento della seconda, e perciò la perpendicolare x n sarà la metà dell'altra perpendicolare r o; essendo poi eguali i pesi in n, o, le forze delle corde saranno le medesime, e per essere inoltre eguali, le masse, anche le velocità in quei punti saranno eguali; e perciò il tempo impiegato a percorrere la perpendicolare doppia, sarà doppio del tempo che impiega l'altra. La durata dunque d'una delle oscillazioni della corda AR è la metà della durata d'una delle oscillazioni della corda CD. Dunque il numero delle oscillazioni della prima è la metà del numero delle oscillazioni della seconda.

VI. *I pesi sono in ragion duplicata delle tensioni, cioè, per tendere una corda doppiamente tesa d'un' altra, fa duopo che il peso che tende la prima, sia quadruplo del peso che tende la seconda.*

Questa verità è talmente comprovata da un'infinita serie di esatti sperimenti, che se ne può omettere la dimostrazione, come fanno anche i Gravesand e Muschenbroeck, che sono i più rigidi di-

formando quivi una specie di labbra, vi lasciano una picciola apertura di forma ellittica. Quest' apertura dicesi *Glottide*, a cui è sovrapposta un'altra cartilagine, atta a chiuderla perfettamente, che denominar si suole *Epiglottide*. E' ella sempre alquanto sollevata per render libera la respirazione, ma si chiude soltanto nell'atto che s'inghiottiscono i cibi e le bevande che debbono necessariamente passarci al disopra per introdursi nell' *Esofago*, ossia nel canale che conduce al ventricolo.

964. Gli antichi riguardarono l' organo della voce alla guisa di un flauto. Il signor Dodart fin dal principio di questo secolo riguardò la trachea similmente come uno strumento da fiato; e fu di opinione, che collo strignersi ed allargarsi della glottide, si producessero i varj tuoni, appunto come suol praticarsi fischiando collo strigner più, o meno l' apertura delle labbra.

965. Per quanta voga avesse presa sul principio siffatta opinione, andò ella tosto in disuso dopochè il signor Ferrein fece vedere per via di fatti decisivi, che l' organo della voce riguardar si dee come uno strumento da corda e da fiato' nel tempo stesso. Nell' atto, che vogliońsi esprimere i tuoni acuti, l'indicata laringe si solleva alquanto in su per forza de' suoi muscoli. Ciò fa sì, che le varie cartilagini, ond' ella è formata (§. 963), vengono ad allontanarsi le une dalle altre, ed a stirare per conseguenza le corde vocali, che son loro aderenti. Siffatte corde, tese nel modo già detto, ed obbligate a vibrar con frequenza per forza dell'aria, la quale cacciata fuori da' polmoni

 nell'

dimostratori delle materie di Fisica. Inoltre questa dimostrazione avrebbe dovuto includere necessariamente formole così sublimi, che non sarebbero state a portata della gioventù, alla quale è unicamente diretto tutto questo lavoro.

nell'atto dell'espirazione, si procura il passaggio per l'apertura della glottide, di cui le anzidette corde ne formano le labbra; debbono produrre un suono tanto più acuto, quanto è maggiore il lor grado di tensione (§. 958). Nei tuoni gravi al contrario la laringe si abbassa; le corde vocali si rilasciano; le vibrazioni non sono sì frequenti; e perciò i tuoni ch'esprimono, non possono essere acuti. I varj suoni prodotti in siffatta guisa son poscia modificati dalla bocca e dalle labbra, da cui non solo ricevono una maggior perfezione, ma convertonsi eziandlo in parole: dono stupendo della divinità, destinato ad esprimere i sentimenti e le modificazioni della facoltà intellettuale.

966. Il dichiarato innalzamento della laringe ne' tuoni acuti, e la depressione ne'gravi, scorgonsi ad evidenza ne' musici durante il lor canto, mercè della cartilagine *tiroidea*, detta da noi volgarmente *pomo di Adamo*, ch'è una di quelle cartilagini, da cui abbiam detto esser formata la laringe (§. 963).

967. Che l'innalzamento e la depressione delle indicate cartilagini sieno attissimi a stirare e a rilasciare le dette corde, si ravvisa manifestamente dalle osservazioni anatomiche. E per convincersi, che non è la varia apertura della glottide quella che produce i varj tuoni, ma bensì le corde vocali, dotate di maggiore o di minor tensione, basta prendere una trachea di un animale estrattane di fresco; da cui si vedrà che quando la glottide sia spogliata di siffatte corde, è del tutto disadatta a formare i varj tuoni, per quanto la sua apertura si ristringa, o si apra: laddove soffiando dell'aria nella parte inferiore della trachea in tempo che le corde vocali sono nella loro natural situazione, si farà loro produrre i varj tuoni ch'esprimeranno esattamente la voce di quel tale animale, non altrimenti che s'egli fosse vivo. Il signor Ferrein, che praticar solea parecchi di cotesti esperimenti per comprovare ad evidenza la verità del suo sentimento, die-

diede occasione, che si dicesse ch'egli avea la facoltà di render la voce a' morti.

968. Per terminar la Lezione sul suono resta soltanto, che lo consideriam nell'orecchio, d'onde poi si trasmette all'anima che ne riceve la sensazione. Or egli giova distinguer l'orecchio in tre parti principali; cioè a dire in *cavità esteriore*, *in media*, *ed in interiore*. La cavità esteriore naturalmente visibile, consiste nell'*Orecchio* propriamente detto A B, e nel *Meato uditorio* C D, ch'è un canale alquanto tortuoso, in parte osseo, e cartilaginoso nel resto, fornito dalla natura di una certa specie di cerume, atto ad arrestare qualunque insetto, o altro corpo straniero che potrebbe offendere in qualche parte un organo così dilicato. Il fondo di cotesto canale è chiuso affatto da una tenuissima membrana *e*, a cui si dà la denominazione di *membrana del Timpano*; la quale costituisce il termine della cavità esteriore. Succede a questa la *cavità media e* 4, detta con altro nome *cassa del Timpano*, perchè figura in certo modo la cassa di un tamburo, su cui è distesa la membrana anzidetta, guernita della sua corda *r n*, che l'attraversa. Da questa cavità prende principio un foro, il quale continuato in una specie di tubo conico *r* H, detto *Tromba Eustachiana* per cagione d'essere stato scoperto dal celebre Eustachio, va poscia a comunicar colle fauci. Di qui ognun vede, che la cassa del timpano dev' esser ripiena di aria del tutto equilibrata con quella di fuori. Siegue alla cassa del timpano la terza cavità K L, detta interiore, ed anche *laberinto*, a motivo de' vari andirivieni che in essa vi sono. Sì questa, che la cavità antecedente, han bisogno della mano dell' anatomico per rendersi visibili, essendo elleno collocate nell'osso petroso delle tempia. Il laberinto si divide in tre parti; cioè a dire ne' *canali semicircolari* M, N, O; nella *chiocciola* P Q; e nel *vestibolo* R S, che riguardar si può alla guisa d'un'anticamera, per cui si

Tav. I. Fig. 10.

Tav. I. Fig. 11.

ha l'entrata alle due parti anzidette. Come in fatti metton capo in esso sì i canali semicircolari M, N, O, che la chiocciola PQ,

969. Questa chiocciola altro non è se non se un canale PQ in forma di spira, diviso per lo mezzo secondo la sua lunghezza da un tramezzo osseo e membranoso, detto *lamina spirale*; da cui vien la chiocciola conseguentemente ripartita in due canali diversi. Uno di essi mette capo nel mentovato vestibolo RS, e dicesi perciò *scala del vestibolo*; e l'altro va a terminare nella cassa del timpano *e* 4; e si denomina per tal motivo *scala del timpano*. Il foro F, che aprendosi nella cassa del timpano, costituisce il termine della detta scala, riceve la denominazione di *forame rotondo*. V'ha anche nel vestibolo un altro foro T, il quale comunica similmente colla cassa del timpano, e riceve il nome *di foro ovale*. Questo al par del rotondo, è coperto da una membrana sottilissima, cui taluni denominano *velo membranoso*. I tre canali semicircolari, ugualmente che i due della chiocciola, e il vestibolo, son rivestiti in tutta la lor lunghezza da una polpa nervosa, rappresentata colle lettrere RMNQ nella Fig. 12, la quale vien somministrata dalla parte molle VR del nervo acustico, mercè di cui trasmettesi all'anima la sensazion dell'udito. E' celebre scoperta del dottissimo ed egregio signor Cotunnio, che i detti canali, al par del vestibolo e della chiocciola, trovansi nello stato naturale ripieni di acqua, il cui uso si dichiarerà da qui a poco.

Tav. I. Fig. 12.

970. Sono osservabili nella cassa del timpano quattro piccioli ossetti 1, 2, 3, 4, i quali portano il nome di *martello*, *incudine*, *staffa*, *ed osso orbicolare*, per la simiglianza che hanno co' divisati ordegni. Veggonsi eglino rappresentati più distintamente nella Fig. 13. La testa del martello 1 è aderente alla membrana del timpano: gli succede poscia l'incudine 2; e tra questa e la staffa 4 si frappone l'osso orbicolare 3.

Fig. 10. Fig. 13.

La

La staffa è situata talmente, che va ad otturare colla sua base il foro ovale T già descritto. Fig. 11.

971. Dichiarate siffatte cose, è agevolissimo il far comprendere come succeda l'udito. Le vibrazioni dell' aria eccitate dal corpo sonoro vengono ad imbattersi nell'orecchio A B, il quale essendo una specie di portavoce rovesciato, le rimbalza e le tramanda immediatamente nel meato uditorio C D; da cui essendo, Fig. 10.
per così dire, addensate dopo varj rimbalzi, come si è detto del portavoce (§. 946), vanno a percuotere la facoltà di rilasciarsi, ovver di stirarsi, affin di ricevere le impressioni forti, oppur deboli, e porsi all' unisono co' suoni che le vengono trasmessi. Percossa in tal guisa la membrana del timpano, si comunica un tal movimento al braccio del martello, che l'è aderente (§. 970); e quindi agli altri ossicini contigui fino alla staffa, mercè il concorso di alcuni piccioli muscoletti. La base di quella lo trasfonde alla membrana del foro ovale, a cui è sovrapposta; ed eccitandosi così delle vibrazioni nell'acqua, onde abbiam detto esser ripiene le cavità del laberinto (§. 969), viensi a scuotere la polpa nervosa, di cui son quelle rivestite (§. *ivi*), non meno che la lamina spirale, e risvegliano nell'anima la sensazione del suono.

972. E' cosa credibile, che la parte principale dell' organo dell' udito sia la lamina spirale X Z, rappresentata separatamente dalla Fig. 12. Forma ella due rivoluzioni e mezza, intorno alla chiocciola: e siccome la prima X Z è più ampia di quella di mezzo, così l'ultima è la più ristretta di tutte. Per tal cagione sarà questa più elastica, ed atta perciò a far delle vibrazioni più frequenti della parte di mezzo, e molto più della parte inferiore, ch'è la meno elastica fra tutte. Ciò si avvera appuntino in una lamina metallica dell'indicata figura. Si aggiugne a ciò, che le fibre trasversali della divisata lamina, ch' è triangolare, vanno scemando in lunghezza a misura che mon- Tav. 1. Fig. 12.

tan su, talchè le minime son verso l'apice, e le massime in fondo. Saran simili adunque alle corde di un cembalo, e capaci perciò di ricever l'impressione di differenti tuoni. Laonde messe cotali cose da una parte, e riflettendo dall'altra, che qualor si percuote la corda d'uno strumento, le vibrazioni che si eccitano in quella, fan risuonare immediatamente la corda unisona soltanto di un altro strumento che gli stia dirimpetto, come può ciascuno sperimentarlo da se; è cosa ben ragionevole il supporre, che la lamina spirale, e per le varie gradazioni di elasticità, che regnano in tutto il suo tratto, e per la varia lunghezza delle sue fibre, sia veramente un cembalo naturale; e quindi che i diversi suoni eccitati ne' corpi esteriori, giugnendo fin dentro al laberinto per le vie indicate di sopra (§. 968), vadano a produrre vibrazioni simili in quelle tali sue fibre soltanto, che sono unisone a loro, e conseguentemente risveglino nell'anima l'idea di quel suono.

973. Suol accadere talvolta, che le vibrazioni eccitate nell'aria esteriore trasmettonsi addirittura entrò alla cassa del timpano per la via della tromba Eustachiana (§. 968), non potendo farsi strada pel meato uditorio; ond'è, che la natura insegna a' sordastri di tener aperta la bocca per poter meglio udire il suono.

974. Reca veramente stupore il riflettere alla grandissima influenza che ha la musica sull'animo umano. Non v'ha passione in noi, la quale non sia suscettibile di esser calmata, oppur di farsi più violenta, con certe date sorte di musici componimenti. La tristezza, la gioia, l'ira, il furore, cedon molto sovente al poter della musica. Quella degli antichi era forse più efficace a produr tali effetti; scorgendosi dalla storia, che Achille celato in Sciro in abito di femmina sentissi tratto furiosamente alla guerra nell'udir batter la marcia, fatta toccare artifiziosamente da Ulis-

Ulisse; che Terpandro sedò l'ammutinamento di Sparta a suon di musica ; che Demerrio Poliorcete non seppe rirrovar altro mezzo per far che i suoi soldari si disponessero a rovesciar le nemiche mura , se non se i musici concenri , i quali eccitaron tosro in loro il coraggio e il valore. Egli è cosa indubirata , che gli antichi rraevan gran partito dalla musica per fortificare il coraggio e la virrù per governare e condurre le passioni a lor ralento: ond'è che Plarone si avvisò , che la ginnastica e la musica formar dovessero le principali fondamenta della sua ideata repubblica.



# LEZIONE XIX.

## *Sui Venti.*

### ARTICOLO I.

*Della natura de' Venti, e delle loro varie specie.*

975. Per esser l'aria un fluido, tende ella sempre per sua natura all'equilibrio, ossia al riposo. Disturbata ch'ella sia dalla quiete in forza di cagioni esteriori; se il movimento, che in essa si genera, è alquanto sensibile, cominciasi a generare il vento, il quale altro non è se non se una corrente d'aria, più, o meno rimarchevole, secondo le circostanze.

976. Questa corrente può farsi in tutte le direzioni possibili: noi però farem parola soltanto delle direzioni orizzontali, secondo cui i venti generalmente si concepiscono spirare.

977. Ponetevi sulla cima di un alto edifizio, e gettate intorno il vostro sguardo: scorgerete una vasta estension di paese, che vi parrà limitata in giro da un ampio cerchio, il quale sembrerà unire la terra col cielo. Questo è ciò che si dice *Orizzonte sensibile*, a differenza dell'*Orizzonte vero*, ossia *astronomico*, il qual divide realmente la terra in due uguali emisferi, superiore ed inferiore (§. 167). Vedrete un punto in cotesto orizzonte, d'onde nasce il sole, ed un altro nella parte opposta, ov'egli tramonta. Il primo di-

ce-

cesi *Oriente*, ossia *Est*, e l'altro *Occidente*, ovvero *Ouest*. Tenete la faccia rivolta all'oriente, e le spalle all'occidente: se restando in tal posizione stenderete le vostre braccia, l'estremità delle mani indicheranno due altri punti sul detto orizzonte. Quello che riguarda la man destra, dicesi *Mezzogiorno*, ovvero *Sud*; e l'altro che corrisponde alla sinistra, si dice *Settentrione*, ovvero *Nord*. Or tutti questi quattro punti insieme presi si denominano *punti cardinali*, per essere eglino il cardine e il fondamento di tutt' i rimanenti.

978. Affin di proceder più oltre colla massima facilità, immaginatevi il descritto orizzonte rappresentato dal cerchio A B C D; e i punti cardinali da B, C, D, A. I venti che si concepiscono spirare da siffatti punti, diconsi anch'essi *venti cardinali*, e denominar si sogliono orientali, occidentali, settentrionali, o australi, secondochè spirano dall' oriente, dall' occidente, dal settentrione, o dal mezzogiorno. Di questi venti soltanto tenevan conto gli antichi. Andronico Cirreste fu il primo, al dir di Vitruvio, che concependo diviso ciascuno degli archi A B, B C, C D, D A, in due metà, incominciò a tener conto de' venti che vedeansi spirare da' punti di cotal divisione: e son giusto quelli che si denominano oggidì *venti collaterali*. Quel che si frappone tra B ed A, ossia tra l'oriente e il settentrione, dicesi *Greco* oppure *Nord-Est*. Quel che si frammezza tra B e C, ovvero tra l'oriente e il mezzogiorno, dicesi *Scirocco*, ossia *Sud-Est*. L'altro ch'è collocato tra C e D, oppure tra il mezzogiorno e l'occidente, si denomina *Libeccio*, ossia *Sud-Ouest*; e quel che gli siegue in ordine tra l'occidente e il settentrione, dicesi *Maestro*, ovvero *Nord-Ouest*. Istituita una tal divisione, edificò egli in Atene una torre ottangolare, le cui facce eran rivolte agli otto descritti punti dell'orizzonte; e collocatovi al disopra un Tritone di bron-

Tav. I. Fig. 14

zo,

to, mobile intorno ad un pernio, fè sì, che aggirandosi egli per forza di cotali venti, indicasse lo spirar de' medesimi mercè di una verga, cui avea tralle mani. La qual cosa diè poi l'origine alle banderuole, e ad altri simili ordegni che por si sogliono da noi sulla cima degli alti edifizj per servire allo stesso uso. Coll'andar del tempo furono i venti accresciuti fino al numero di 32 per comodo de' naviganti, come si scorge nella Figura.

979. Uopo è ripartire i venti, sia qualunque la lor direzione, in quattro classi principali; cioè a dire in venti *costanti*, ossia *uniformi*; in venti *periodici*, oppure *annui*; in *variabili*, o *liberi* che dir si vogliano; e finalmente in *marittimi* e *terrestri*. Diconsi uniformi que' venti, i quali non cessano giammai di spirare dallo stesso punto dell'Orizzonte durante tutto il corso dell'anno. Tal è, per esempio, il vento orientale, che soffia costantemente tra i limiti della Zona torrida, ed anche in alcuni siti, che sono alquanto fuori di quella. I venti periodici, denominati dagli Oltramontani *Moussons*, diconsi tali per la ragione che soffiano da un dato punto per un determinato tempo; e quindi cangiando la lor direzione, cominciano a spirare dal punto opposto, ovver da altro che gli sia presso, e prosieguono così regolarmente per una intera stagione. Ne abbiamo degli esempj sulla costa di Malacca, dove si fa sentire regolarmente il vento settentrionale durante il tratto dell' inverno; laddove sull' entrar del maggio, e quindi in tutta la state, soffiar si vede il vento australe. Questi stessi venti si fan sentire eziandio nell' Oceano Arabico, nell' Indiano, nel Golfo di Bengala, lungo le Coste della China, ed altrove. Di questa specie erano parimente l' *Etesie* degli antichi, frequentissime nella Grecia, nel Mar Egeo, ed in altri luoghi di quelle vicinanze; come altresì i loro *Zeffiri*. Questi eran venti da Ponente; e quelli si accostavano moltissimo in parecchi lu-

luoghi al Greco-Levante. I primi cominciavano a spirare presso al levar della Canicola, e i secondi dopo gli equinozj. I marinai profittano moltissimo della regolarità de' venti periodici coll' intraprendere le loro navigazioni in que' tali tempi stabiliti.

980. E' cosa degna di osservazione, che il cangiamento de' venti periodici dall' uno all' altro punto dell' Orizzonte, non succede immediatamente; essendo preceduto talvolta da una gran calma; talora da venti variabili; ed in alcuni luoghi da venti burrascosi e veementi.

981. Si dà la denominazione di venti *variabili* a que' tali venti, i quali spirano irregolarmente da varj punti dell' Orizzonte senza serbare veruna uniformità, nè periodo, nè direzione costante. Di questa sorta sono la maggior parte de' venti, che spirar sogliono al di fuori de' Tropici perfino a' due Poli. Diconsi finalmente venti *marittimi* quegli altri, i quali soffiar si veggono dal mare verso il continente; siccome quei che spirano dal continente verso il mare, diconsi *terrestri*. I venti marittimi han per costume d' ingagliardirsi di mano in mano, che s' internano nel continente: cominciano eglino a farsi sentir dolcemente tre ore innanzi mezzogiorno; prendon forza a poco a poco, e durano fino alle cinque, allorchè cessano del tutto per ricominciar di bel nuovo il giorno seguente. L' aure fresche di cotali venti temperano notabilmente qui in Napoli il grande ardor della state.

## ARTICOLO II.

### *Della cagion produttrice de' Venti, e della diversa lor qualità.*

982. Il dare una spiegazione ragionata e soddisfacente della cagion produttrice de' venti, ha imbarazzato oltremodo i Fisici più consumati. Il celebre Halley, e il signor Dampier, che si son distinti sopra gli altri in cosiffatta investigazione, ci han somministrati de' lumi in una ricerca così difficile: questi però non sono tali, che ci mettano pienamente a giorno su di tal particolare. Quel ch' è certo si è, che qualunque cagione, la quale possa alterare e distruggere l'equilibrio dell' aria, è valevole a produrre il vento. Osserviamo alla giornata, che anche in tempo d'aria tranquilla sentesi sibilare il vento pei buchi delle chiavi, non che per le fissure delle porte e delle finestre, entro quelle stanze, ove l' aria è alquanto rarefatta per cagion del fuoco che vi si tenga acceso, o per cagioni che sieno valevoli a produrre simil grado di dilatazione nell'aria: ond'è poi, che i venti in generale vengono originati principalmente dal calor del sole, il quale riscaldando e rendendo più rara la massa d'aria, a cui più immediatamente sovrasta, obbliga conseguentemente l'aria più fredda e più densa, ad accorrervi, ed occupar quel tal sito. E poichè il cammino del sole è ristretto soltanto tra i due tropici, è cosa molto ragionevole l'attribuire alla sua influenza il vento costante di Est, che abbiam detto dominare nella Zona torrida (§. 979). E' facile infatti il concepire, ch'esercitando il sole la massima sua forza sulla massa d'aria ivi contenuta, deve eccitarvi una gran rarefazione tutt' all'intorno: e poichè la terra si rivolge nell'atto stesso dall' occidente verso l' oriente insiem coll'atmosfera, il sito di una tal rarefazione si ar-

andrà avanzando di mano in mano in parte contraria, passando le parti occidentali successivamente sotto il sole, Dal che ne avverrà che la massa d'aria più fredda e più densa (perchè non riscaldata in quell'atto dal sole medesimo), dovendo accorrere, per cagion della sua preponderanza, ad occupare que' siti, ove va seguendo di grado in grado la menrovata rarefazione, dovrà generare una perpetua corrente d'aria dall'oriente verso l'occidente; ossia un vento costante di est. Per la cagione medesima dovrà accorrer parimente verso la massa d'aria rarefatta quella d'ambidue i poli. Ciò dovrebbe generare un vento di nord, ovvero di sud; ma poichè la corrente d'aria, che vi accorre in questa direzione, va ad incontrarsi coll'altra che abbiam detto procedere dall'oriente verso l'occidente; dalla composizione de' loro moti ne nasce poi una direzione orientale, la quale partecipa in qualche parte del nord, o del sud: e tale sappiamo in fatti esser la direzione dell' indicato vento costante di est, il quale si avvicina al nord-est sull' oceano atlantico, ed al sud-est su quello d'Etiopia.

983. L'immaginare che il finquì descritto vento generale possa provenire dal moto della terra intorno al suo asse, siccome si avvisò l' illustre Galilei, oltre all'esser erroneo perchè l'atmosfera facendo con quella un corpo solo, si muove in giro colla medesima celerità, non si accorda in verun modo co' fenomeni, i quali sogliono accompagnar costantemente il vento divisato.

984. Si crede che la maggior copia di vapori, di cui è caricata l'aria sovrastante al mare in tempo che il sole si va approssimando al meriggio, debba esser la cagione, per cui renduta ella preponderante, vada a piombar con impeto contro l'aria sovrastante al continente, ch'è alquanto più rarefatta e più leggera; e produca così un vento che si sporge dal mare verso la terra. E poichè tramontato il sole, si suppone

nè che il calore da esso già diffuso debba esser maggiore nell'aria che al mare sovrasta, per cagion de' vapori che sono attissimi a ritenerlo e ad attenuar l'aria oltre misura; si crede che possa da ciò derivare una corrente d'aria, ossia un vento che soffia dalla terra verso il mare.

985. I venti periodici si fan derivare dallo scorrere il sole per sei mesi nell'emisfero australe, e per altri sei nel boreale; cosicchè rarefacendo egli alternativamente l'aria che corrisponde agli emisferi medesimi, obbliga l'aria più densa e preponderante a correr per sei mesi verso una parte, e per altrettanto tempo verso l'altra. Si assegnano poi delle cagioni concomitanti, valevoli a produrre lo stesso effetto; qual sarebbe, per esempio, la determinata posizione de' monti, atti a riflettere i venti in quella tal direzione, ed altre simiglianti.

986. Come cagion produttrice de' venti, oltre al calor del sole, debbono riputarsi eziandio le fermentazioni che succeder sogliono sovente sì nelle viscere e nella superficie della terra, che nel seno dell'atmosfera; lo sviluppo del fluido elettrico; l'efficacia delle diverse meteore; le correnti d'aria, che sbuccian fuori non di rado da sotterranee caverne; lo scioglimento delle nevi; le gran tempeste di mare; ed altre di tal natura; le quali a misura che operano con una certa regolarità, oppure senza ordine veruno, producono de' venti regolari, oppur de' variabili e vaghi. Nel che ha benanche una grande influenza la situazione de' luoghi, secondochè sono eglino piani, montuosi, forniti di valli, di boschi, di suolo arenoso, umido, ec., senza lasciar di mira quella che vi possono avere i due gran luminari mercè della loro attrazione sull' atmosfera, la quale dev' esser necessariamente attratta da quelli, ed aver per così dire le sue maree, giusta i principj dichiarati nelle antecedenti Lezioni. Questo punto è stato molto dottamente discus-

scus-

scusso dal signor d'Alembert nelle sue *Riflessioni intorno alla cagion generale de' venti*, che meritarono giustamente l'approvazione della R. Accademia di Parigi.

987. Essendo cagionata la corrente d'aria dalla preponderanza di una delle sue colonne al disopra di un'altra (§. 982), apertamente si deduce che una tal corrente dovrà esser più, o meno rapida, secondochè la divisata preponderanza sarà maggiore, o minore. Quindi è, che la velocità de' venti esser dee oltremodo variabile ed incerta. Ve n'ha di quelli che uguagliano a pena la velocità di un uomo che vada a cavallo con passo moderato; e ve n'ha di altri, i quali sono così impetuosi, che giungono a scorrere 50 miglia in un'ora. Ciò si deduce dalle osservazioni praticate dal celebre Derham, il quale ne inferisce parimente, che la velocità mezzana de' venti fa loro scorrere circa 12 miglia per ora.

988. Si dà il nome di *Anemometro* a quell'istrumento, con cui si può misurare la forza de' venti; e di *Anemoscopio* a quell'altro che indica la direzione de' venti stessi. Quest'ultimo consiste in una banderuola ordinaria, collocata sull'alto di un edifizio, e conficcata fermamente su di una verga, che potendo liberamente girare colla banderuola anzidetta a norma de' venti, sporga per alcuni pollici entro alla soffitta, o entro al muro di un appartamento. Coll' adattare un indice all'estremità inferiore di cotal verga, e col disegnare sulla soffitta, o sul muro la Rosa de' venti corrispondentemente ai varj punti dell' orizzonte, si avran marcate col mezzo di quell'indice le differenti loro direzioni. Per altro non è del tutto sicuro il costruire il detto strumento in un appartamento, ove si abita di continuo; potendo l'accennata verga trarre a se i fulmini in caso di tempesta, a meno che non sia fornita de' convenienti fili di salute, come diremo più innanzi ragionando dell'elettricità.

989.

989. La costruzione degli anemometri è varia; consisrendo altri in un'ampia leggerissima lamina metallica, collocata verticalmente, e mobile intorno ad una cerniera. Fassi ella ascendere col suo lembo inferiore lungo un arco graduato, in forza del vento, per conoscerne l' impeto dalla varia altezza, a cui ella monta sopra quell' arco. Altri consistono in tubi di vetro ripiegati e ripieni in parte di acqua, per misurare la forza del vento dal cammino che quell'acqua è obbligata a fare entro alla parte graduata di quel tubo mercè la pressione del vento stesso; altri in macchinette corredate di ale alla guisa di un molino, le quali facendo girare una specie di cono, intorno a cui è ravvolto un cordellino con un peso pendente a foggia d' asse nella ruota, fan ravvisare la forza del vento dallo spazio verticale, per cui monta quel tal peso; ed altri finalmente in altri ordegni poco dissimili dagli accennati.

990. Sarebbe cosa molto lunga il tener dietro partitamente agli essenziali vantaggi che ci recano i venti. Chi mai ignora il profitto che ne ritraggono le arti, le manifatture, il commercio? Col favor de' venti solcasi a volo l' infido elemento; e traversandosi in breve tratto di tempo gli sterminati Oceani, si arricchiscono i paesi di prodotti stranieri; si comunicano scambievolmente le idee di tanti individui; si migliorano le leggi, i costumi, le scienze. Il vigoroso soffio de' venti avvalora la vegetazione delle piante; promuove la formazione di varie meteore salutari; tempera in parecchi luoghi l' ardor soverchio del sole; ed agitando di tratto in tratto la massa dell' atmosfera, libera efficacemente l' aria da que' misti malsani, di cui s' impregna di continuo; e la rende in cotal guisa pressochè pura ed attissima agli usi della vita.

991. Non è possibile di giudicare delle qualità de' venti senza conoscere i paesi, ove spirano, e i siti adiacenti, cui debbono attraversare. Sono eglino freddi,

di, caldi, umidi, secchi, malsani, o salubri, a norma dell' indole de' terreni, d'onde procedono, oppur su cui passano spirando. Presso di noi i venti di scirocco e di libeccio sono umidissimi, e poco salubri, perchè dovendo varcare il Mediterraneo per giugnervi, s'imbevono d'una copia grandissima di particelle vaporose, che indeboliscono sensibilmente le fibre della nostra macchina. Al contrario i venti di tramontana e di greco, sono secchi, e freddissimi, perchè procedono da paesi montagnosi, abbondantissimi di nevi.

# LEZIONE XX.

## Sull' Acqua.

### ARTICOLO I.

*Della natura e delle proprietà dell' Acqua, considerata nel suo stato di fluidità.*

992. L' elemento dell' acqua trovasi sparso dappertutto, non solamente sulla superficie di questo nostro globo, ove forma immensi mari, fiumi di vastissima estensione, sorgenti di varie qualità, laghi, e paludi; ma eziandio dentro le sue viscere, ove va scorrendo, oppur trapelando lentamente, per somministrar l' origine a parecchi fonti e riviere che trovansi al disotto di quei naturali serbatoi. Nelle Lezioni precedenti l' abbiam veduta abbondantissima nell' atmosfera in ogni luogo ed in ogni stagione, senza eccettuarne lo stato in cui quella sembra esser più secca: somministra ella quivi la materia alle nebbie, alla rugiada, alle nubi, alle piogge, e ad altre simili meteore. Ugualmente certo è benanche d' entrar ella a parte della sostanza de' vegetabili e degli animali, non che di parecchi corpi del regno fossile e minerale, siccome ce lo dimostra ad evidenza l' analisi chimica, e son quasi per dire l' oculare ispezione. Ci attesta il Boerhaave, che un pezzo di corno di cervo, indurito in modo nel corso di 40 anni e che facea fuoco coll' acciaio, somministrò tanto di acqua col mezzo della distillazione, che pareggiava l' ottava parte del suo peso (310). Un pezzo d' osso di

(310) Gli Antichi che ignoravano che l' acqua fosse un compo-

di un animale, renduto durissimo ed arido durante lo spazio di 25 anni, diede una gran copia del detto elemento in forza dello stesso mezzo (311). In un' oncia di alume, oppur di sal di Glaubero, v'è per lo meno una mezz'oncia di acqua: nè v'ha alcun sale, il quale non ne contenga una certa quantità, onde deriva la lor forma cristallina e la loro trasparenza. Di qui è che i Chimici la denominano *acqua di cristallizzazione* (312). Per la qual cosa Talete Milesio fu di

 sen-

posto d'idrogeno e di ossigeno, e che ignoravano ancora che le sostanze animali e vegetabili contenessero come principj essenziali queste due sostanze, credevano, come crede il nostro Autore, che l'acqua che si trae colla distillazione da tali sostanze, esistesse del tutto formata nella loro sostanza; e quindi ritrovavano ad ogni passo motivi di stupore, veggendo, particolarmente, che una sostanza arida, ad arte disseccata, e vecchia di 40, 50 anni, desse dell'acqua in copia mercè la distillazione. Ora all'opposto, riesce semplicissimo il comprendere come l'idrogeno della sostanza animale, vegetale, o del corno di cervo, inalzato che sia ad una grande temperatura, si combini coll'ossigeno della stessa sostanza, e formino quindi dell'acqua che giammai aveva esistito in tale sostanza.

Non è dunque che il corno di cervo contenga dell'acqua, ma contiene i principj soltanto che servono a comporla. Vedi a questo proposito le note 79 e 261.

(311) Vedi nota 310.

(312) L'acqua di cristallizzazione ch'entra in una quantità di sostanze saline, non è confondibile coll'acqua che si trae dalle sostanze secche vegetabili ed animali esposte al fuoco o per mezzo della distillazione. La prima non è che l'acqua medesima che ha perduto il suo calorico e che si è solidificata, combinandosi, per una prevalente affinità, colla sostanza salina di cui fa parte; la seconda è l'acqua che si è formata nel modo esposto alla nota 310.

Come l'acqua diventi in un momento solida, combinandosi con alcuni corpi, e perdendo il suo calorico, noi lo veggiamo in tutti i cementi in cui vi entri particolarmente la calce. L'acqua nella calce vi resta unita nello stato solido eternamente, senza che mai questo cemento in cui entra gran copia di quest'acqua, dia segno di umidità qualunque (vedi note 6 e 310).

sentimento esser l'acqua la materia primigenia, di cui vengono poscia formate tutte le varie specie di corpi: opinione adottata al dì d'oggi da alcuni Fisici moderni, e particolarmente dall'insigne Wallerio, come scorgesi dall'egregio suo libro intorno all'*Origine del Mondo* (313).

993. Sparsa l'acqua per ogni dove, siccome abbiam brevemente dimostrato, riguardar si dee come uno degli agenti più poderosi e formidabili, a cui impera la Natura. Benchè talora placida, o stagnante, sembri del tutto incapace di operar grandi cose; il più delle volte però scorgesi agitata da rapidi movimenti; e non di rado inquieta e furibonda, non ha argine che la raffreni, non ostacolo che l'arresti, non forza che la contrasti; ma vincitrice sempre e rigogliosa, scorre e devasta immense campagne; abbatte ville e città; stermina boschi e capanne; avvalla monti e colline; sommerge isole e continenti; oppur ne forma e ne innalza de' nuovi dall'incommensurabil suo seno; e cangia in tal guisa imperiosamenre di tratto in tratto la faccia della Terra.

994. Per avere una giusta idea delle sue proprietà, fa mestieri considerarla nello stato della massima sua purezza; allorchè costituisce un fluido limpido e trasparentissimo, scevro d'ogni sorta di odore e di sapore, e capace di congelarsi mercè di un determinato grado di freddo. Succede però all'acqua quel che abbiam detto dell'aria (§. 652); vale a dire, che forse non esiste in verun luogo del tutto pura, essendo ella

(313) Già abbiamo veduto replicatamente che i principj che compongono l'acqua, fanno parte essenziale e grandissima di tutti gli esseri organici della natura, ec. Questa verità deve condurci a credere che i Filosofi della più rimota antichità, come Talete di Mileto, vedessero in modo più semplice entro della natura vivente, di quello che vedevano fino a questi ultimi tempi i nostri Filosofi. Se Talete avesse presentito un poco più chiaramente come l'acqua si fissasse ne' corpi, quanto risalto non avrebbe avuto la sua teoria in confronto di tutte le altre che ressero fino a' giorni nostri?

ella facilissima ad impregnarsi di particelle straniere; e l'esperienza ci fa vedere che non ci è massa d'acqua per limpida ch'ella sia, la quale non contenga de' principj eterogenei avviluppati nella sua sostanza; i quali per altro differiscono notabilmente nella loro quantità e qualità. Nell' acqua di neve, secondo l' analisi di Bergman, suol esservi del sal marino calcareo, e un debole indizio d'acido nitroso; le quali sostanze rinvengonsi in maggior dose nell' acqua piovana. Quelle di fiume sogliono contenere della terra calcarea, del sal comune, e talvolta un poco di alcali: le acque de' pozzi sono d'ordinario più doviziose degli stessi principj, e sovente ancora di selenite e di nitro. Quasi tutte poi tengono in se avviluppata dell' aria pura, onde nasce quel vivo senso di freschezza, che anima per così dire le acque potabili. Ve n' ha poi parecchie, le quali sono più, o meno impregnate d'aria fissa. L'esistenza di siffatti principj nelle acque, indipendentemente dall'analisi, si manifesta sensibilmente dalla varia lor qualità, non essendo esse ugualmente atte a cuocere i legumi, a far del buon pane, del thè, del caffè, alla manifattura delle tinte, e ad altre operazioni di simigliante natura. La fluidità dell' acqua dipende certamente dal principio generalissimo, che costituisce tutt' i fluidi; cioè a dire dal fuoco elementare, che trovasi sparso tra le sue particelle, siccome dichiareremo a miglior luogo (314).



(314) Abbiamo già antecedentemente dimostrato essere il calorico l'unico dissolvente della natura, da cui tutti gli altri corpi ripetono lo stato loro di liquidità, e fluidità aeriforme; dal che siamo autorizzati a concludere che l'acqua è appunto un composto di diaccio e di calorico, come in seguito si scorgerà distintamente. La causa dunque della fluidità dell'acqua è unicamente dovuta al calorico con cui il diaccio è combinato.

995. Per quanto ci costa da un gran numero di tentativi praticati, l'elemento dell'acqua dovrebbesi riputare inalterabile (315). Egli è vero ch'ella si risolve in vapori; ma questi addensati dal freddo convertonsi in acqua di bel nuovo. Tal è stato il successo degli esperimenti del Fontana e di altri Fisici illustri, da cui si è messa alla prova entro tubi di metallo fino al segno di renderla rovente. Potrebbe allegarsi in contrario il risultato degli esperimenti di Boyle e d'altri Chimici valentissimi, i quali avendo distillato più volte di seguito lo stesso volume di acqua, ne ritrassero in ogni distillazione una certa porzione di terra; cosicchè dopo la centesima distillazione se ne ottennero $\frac{6}{10}$: dal che riputarono eglino doversene inferire, che proseguendo più oltre la dichiarata operazione, tutta la massa dell'acqua sarebbesi convertita nel testè mentovato elemento. Ma il laborioso sig. Lavoisier quantunque avesse ottenuto il medesimo risultato dal ripetere parecchie volte il detto esperimento colla massima diligenza, e con tutte le cautele possibili, ci assicura tuttavia, che l'indicata terra, la quale si ottiene in ogni distillazione, non è affatto appartenente all'acqua, ma deriva soltanto da' vasi, ove si esegue la detta operazione; nella cui superficie fassi qualche sorta di raschiatura durante l'operazione medesima. Non è questa una cosa ideale; ma si è dedotta dal pesare diligentemente i vasi suddetti, prima e dopo di avervi distillato dell'acqua. Ciò facendo si è costantemente rinvenuto che la terra in quistione pareggiava esattamente il peso che andavasi scemando ne' vasi.

996. Potrebbe altri forse cadere in errore dallo scorge-

(315) Se l'Autore stesso riportò le particolarità sperimentali della decomposizione e ricomposizione dell'acque per mezzi affini, come ora può mai nemmeno supporla un essere inalterabile ed elementare (vedi nota 261)?

gere, che l'acqua distillata racchiusa in un matraccio, guernito di un lunghissimo collo ermeticamente suggellato, dopo di avervi bollito per due giorni senza interruzione, comincia a prendere un color bianchiccio; dopo sei giorni di bollitura divien come latte; ed a capo di dodici giorni si fa densa e glutinosa. Uopo è però, ch' io rammenti ch' essendosi un tale esperimento praticato dal signor Scheele, si accorse egli ad evidenza, che la parte interiore del fondo del matraccio avea perduto affatto il suo lustro fino all' altezza, ove l' acqua era montata bollendo; cosicchè non gli restò il menomo dubbio, che il vetro del matraccio era stato scomposto in parte, ed avea comunicato all'acqua le qualità rapportate di sopra. Lo stesso intender si dee di qualunque altro esperimento di simile natura.

997. All' idea però dell' immutabilità dell' acqua par che si opponga direttamente l' esperimento di Priestley da noi rapportato nel (§. 885), il quale ci dimostra che dalla combustione delle due arie, deflogisticata ed infiammabile, ne risulta immediatamente dell'acqua pura; talchè parrebbe affatto deciso non esser l' acqua, come si è sempre riputato, un semplice elemento, ma bensì una sostanza composta d' entrambi i fluidi accennati. Tantovieppiù, che un volume d' acqua pura può scomporsi agevolmente nelle mentovate due arie nel modo indicato nel §. 887. Cosa volete che si dica su tal punto? Il successo dell' esperimento è luminoso e costantissimo; e tutto il sospetto che cader potrebbe sulla conseguenza da esso dedotta, sarebbe quello di dire, che in vece di esser l' acqua un prodotto delle due arie deflogisticata ed infiammabile, sieno queste un prodotto dell' acqua: vo' dire con ciò, che potrebbe darsi che l' aria deflogisticata non fosse altro che acqua privata di flogisto, e doviziosa di materia del calore, e l' infiammabile un' acqua flogisticata; cosicchè rientrando in quella il flo-

gisto, e dissipandosi la materia calorifica nell'atto della loro accensione, vengasi l'acqua a ripristinar di bel nuovo (316). Questo sospetto può essere avvalorato primieramente da' recentissimi esperimenti dello stesso Priestley, ne' quali ha egli rinvenuto non esser l'aria infiammabile il puro flogisto, com' egli avea prima immaginato (§. 875); ma bensì il flogisto medesimo combinato con acqua: ed in secondo luogo dall' esperimento rapportato nel (§. 899), in cui producesi aria infiammabile facendo passare il vapor dell' acqua per una massa di limatura di ferro, che ognun sa esser doviziosa di flogisto (317). Comunque sia la cosa in se stessa, il successo degl' indicati esperimenti è sempre grande ed ammirabile; e sarà vero o che l'acqua è un composto d'aria deflogisticata ed infiammabile, oppur ch' ella si può convertire in coteste due arie. L' attività grandissima, onde pongonsi al cimento al dì d'oggi i fluidi aeriformi da soggetti di gran valore; e gli amplissimi lumi che si son proccurati in forza delle laboriose loro investigazioni, ci fanno sperare di potersi ottenere tra breve lo

(316) Come è mai possibile, dopo le cose riportate dallo stesso Autore al §. 887 e 888, il supporre in questo punto che l'aria deflogisticata sia acqua meno flogisto, e l'aria infiammabile sia acqua più flogisto, e che tolto il più da una parte, e restituito il meno dall' altra, tornassero l'una e l'altra acqua? La cosa sarebbe bizzarra assai; giacchè si troverebbero identiche fra loro anche le basi del gas ossigeno, e la base del gas idrogeno; nè vi sarebbe altra differenza che il più, o meno di un ente che si può bensì supporre, ma non mai dimostrare (vedi note 83 e seg.).

(317) Quante ipotesi e quanti errori non si succedono gli uni agli altri per sostenere un ente puramente di ragione, e che varia ad ogni istante, come variano la diversa natura de' corpi e le loro modificazioni? Qualora il leggitore voglia formarsi idee distinte sui principj che compongono l'acqua e sui principj ne' quali essa si risolve, basta ch' egli consideri ciò che rapportò l'Autore stesso al §. 887, 888 e la nota 261 (vedi pure nota 83).

lo sviluppo d' un punto così interessante e maraviglioso (318).

998. Tra le varie proprietà dell' acqua, vi è quella di non esser ella capace di condensazione, per grande che sia lo sforzo che altri vi usi. I primi a scuoprire una tal verità, furono gli Accademici del Cimento, i quali avendo riempiuto d' acqua addiacciata un globo dilicato di argento; e quindi avendo chiuso il suo orifizio colla massima esattezza possibile, osservarono che a proporzione che il globo si ammaccava in virtù de' colpi del martello, l'acqua in esso contenuta lungi dal soffrire il menomo condensamento, trapelava fuori pe' pori del metallo alla guisa che fa il mercurio per quei d' una pelle. Questo esperimento ha corrisposto esattamente all'aspettazione di tutti coloro, i quali lo hanno ripetuto, anche col far uso di acqua spogliata interamente dell'aria che appiattar si suole ne' suoi pori. Ciò nondimeno v' ha ancora chi sostiene esservi nell' acqua qualche grado di elasticità (319). Ed

(318) Lo sviluppo interessante e maraviglioso si era già ottenuto con matematica precisione molti anni prima del 1792 (vedi le note antecedenti e specialmente la nota 78).

(319) L'acqua è un composto, come si è detto, di diaccio e di calorico; l'acqua dunque può soffrire un qualche grado di compressione pel solo peso ordinario dell'atmosfera, passando da una temperatura calda ad una temperatura fredda; e questo grado di compressione sarà in proporzione del calorico che è costretta di cedere a' corpi circostanti. Ciò porta l'idea che l'acqua non cessi di essere compressibile se non se perdendo la sua liquidità, o divenendo corpo solido. L'acqua può essere pure compressibile in proporzione dell'aria che contiene in se disciolta, qualora non si dimostri che quest'aria è in istato di tale densità nell' acqua, da non poter perdere nuovamente una data quantità di calorico mercè una grandissima compressione.

Già in ciascuno di questi due casi separatamente, o quando tutte e due le cause combinate concorrono, la compressibilità ed elasticità dell'aria non possono essere che picciolissime; ma però rea-

Ed è cosa da far certamente trasecolare il vedere, che non cede agli sforzi della compressione neppur l'acqua calda, il cui volume si trova sensibilmente dilatato in virtù del calore. Abbenchè però non sia ella sensibilmente compressibile per qualunque artifizio che altri vi abbia adoperato (avendo gli Accademici del Cimento fatt' uso di varj tentativi oltre al divisato di sopra; fino a quello di caricare di 80 libbre di mercurio un picciol volume d'acqua racchiuso in un tubo); scorgesi però, ch'ella si addensa poi di bel nuovo da se stessa qualor si raffredda (320).

999. Il fatto testè rapportato bastar dee per convincerci che le particelle dell'acqua sono oltremodo rigide e dure: cosa che non si crederebbe, se non fosse confermata ulteriormente da sperienze decisive. Facciasi uso dell'apparecchio descritto nel §. 310; e caricata a palla la canna di archibuso IK, s' inclini per circa cinque gradi al disotto della linea orizzontale; e poscia si spari. Sarà tale la durezza delle parti dell' acqua, contro cui la palla andrà ad urtare, che oltre al soffrir questa talora in quella parte della sua superficie, onde s'imbatte, un notabilissimo schiacciamento, ne sarà rimbalzata con tanta violenza, che andrà a fo-

Tom. II. Tav. I. Fig. 1.

reali. Si sa anche per esperienza che l'acqua è atta a trasmettere de'suoni (vedi note 22, 41, ec.).

(320) L'aumento di volume che acquista l'acqua riscaldandosi, diventa allora intrinseco alla sua natura, cioè all'affinità necessaria ch'essa esercita col calorico, il quale, come si è detto parlandosi dell'aumento di volume dell'aria, attraversa il vaso che la contiene, si combina con essa, e forma un tutto necessariamente maggiore di quello ch'era l'acqua prima di essersi innalzata di temperatura, o in altri termini, prima di essersi combinata con nuovo calorico. Da ciò ne segue che l'acqua calda, finchè si mantenga alla stessa temperatura, non può sofferire, in quanto alla sua combinazione col calorico, quella diminuzione che soffre quando cede per affinità il suo calorico ad altri corpi esposta che sia ad una temperatura più fredda (vedi note 23, 42, e 319).

forare un pezzo di tavola che si ergesse a piombo sul lato E del vaso A B C D, ove l'acqua è riposta. La durezza dell'acqua vien comprovata similmente in una maniera incontrastabile dall' ordinario giocolino de' ragazzi, i quali tirando una pietra obbliquamente sulla superficie di quella, ne la fanno indi risaltare, una, o più volte di seguito, con loro grandissimo diletto (321).

1000.

(321) Nella nota precedente abbiamo veduto, perchè non si possa comprimere in date circostanze l'acqua, senza che abbiasi a ricorrere a rigidezza o durezza di parti della medesima. Le palle poi, le pietre, ec. scagliate nell'acqua con un moto di proiezione quasi orizzontale, rimbalzano per due ragioni.

I. Per la refrazione del moto che i corpi soffrono nel loro passaggio da un fluido più raro ad un fluido più denso.

II. Per la elasticità poca, o molta dei corpi tirati, o per quella dell'acqua o del liquido in cui si tirano.

Rapporto alla prima causa, abbiamo veduto, trattando della refrazione dei corpi, che se dall'aria si lancia obliquamente un corpo qualunque nell'acqua, giunto a questa, prosiegue a muoversi con una direzione più vicina di prima all'orizzontale, ovvero alla superficie dell'acqua stessa. Ora, siccome nel caso nostro, essendo la direzione dei corpi sommamente obliqua, sono molto vicini all'orizzontale anche prima di giugnere all'acqua; è chiaro, che dopo esservi giunti, avvicinandovisi ancora più, possono proseguire il loro cammino, o per la stessa orizzontale, od anche sopra.

Quanto alla seconda causa, la cosa è chiara da se, per tutto quello che si è detto trattandosi dei corpi elastici. Quindi ne segue che il rimbalzo è in ragione diretta dell'elasticità del corpo che si lancia, e del liquido in cui questo corpo si tira, ed è inversa dell'angolo di proiezione, cioè un corpo tanto più sbalzerà sopra la superficie dell'acqua, quanto più sarà grande la sua elasticità e quella non meno del liquido (che sarà maggiore come sarà più denso); e quanto più sarà picciolo l'angolo formato dalla linea di proiezione e dall'orizzontale.

Crediamo dunque vote di senso nel caso nostro le parole rigidezza e durezza delle particelle dell'acqua, dalle quali l'Autore desume le sole cause dei riportati fenomeni.

1000. E' facile l'accorgersi che l'acqua è un efficace e poderoso scioglieñte di varie sostanze. Ciò forse deriva dalla somma picciolezza e mobilità delle sue particelle, le quali internandosi per la divisata ragione dentro i numerosi interstizj di parecchi corpi, vanno quivi a disgregare le loro parti componenti, e quindi le sciolgono combinandosi con quelle (322). Le pelli, le corde, i legni d'ogni genere, ne sono penetrati soltanto: gonfiano essi il lor volume, e si aumentano di peso, siccome ce lo dimostrano ad evidenza i telai delle finestre, le porte, i forzieri, ed altri simili lavori di legname, i quali quando non sieno verniciati, non si possono chiudere il più delle volte in tempi assai

(322) Nè alla picciolezza, nè alla mobilità delle particelle dell' acqua si debbe attribuire l'azione che l'acqua esercita sopra ai corpi, ma unicamente alla sua affinità per loro; dai gradi diversi della quale ne risulta che un corpo si discioglie nell'acqua; che un altro aumenta di volume ammettendo soltanto dell'acqua, e non si discioglie; e che un altro finalmente nè si discioglie, nè aumenta di volume, standovi immerso anni interi. Parlandosi del modo con cui agisce l'aria sopra ai corpi, abbiamo già somministrato gl'indizj bastanti, onde comprendere distintamente questa verità (vedi nota 29). Siamo però costretti di ricordare ch' essendo, come si è detto, l'acqua un composto di diaccio ossia d'un corpo solido, e di calorico, ne segue che l'acqua cresce progressivamente nella sua qualità dissolvente, come crescono i gradi di calore ch'essa acquista; giacchè si sa che l'acqua, per esempio, presa a dieci gradi sopra il gelo, e riscaldata fino a settanta, viene ad essere un composto dell'acqua a 10 gradi, più 60 gradi di temperatura, ossia calorico bastante per inalzare a 60 gradi una data quantità d'acqua.

E' facilissimo dunque il comprendere, perchè il diaccio non sia atto a disciorre alcun corpo; perchè l'acqua ne disciolga molti; e perchè quest'acqua stessa disciolga de'corpi tanto più e tanto meglio, quanto più contiene di calorico ossia di dissolvente universale (vedi note 10, 22, ec.).

sai umidi (323). Ma i sali d'ogni genere, varie specie di terre, le gomme, ed altri corpi di tal natura, vengono ridotti da essa ad un perfetto scioglimento; ed un siffatto potere cresce a proporzione che le sue particelle rendonsi più mobili e più attive, come diremo più innanzi (324).

1001. Vuolsi però badare, che un dato volume di acqua non è capace di sciogliere, salvochè una determinata quantità di sale. Dopo di averla sciolta dicesi allora d'esserne *saturata*; talmentechè qualunque altra quantità, che vi si gettasse al di dentro, non ne sarebbe attaccata affatto, e rimarrebbe del tutto illesa. In questo stato di cose reca stupore il vedere ch'ella è attissima a sciogliere un'altra quantità di sale di natura diversa da quello, di cui abbiam supposto trovarsi ella già saturata (325).

1002.

---

(323) Vedi nota 322.

(324) Vedi nota 322.

(325) Essendo sempre dovuto a cause affini qualunque cangiamento che soffra un corpo, o qualunque fenomeno ch'esso presenti, renderemo pertanto ragione dei due fenomeni di sopra riportati dall'Autore relativamente ai limiti della dissoluzione de'sali nell'acqua, ec. non che di ogni altro fenomeno di tal natura. Si fa astrazione del cangiamento de' corpi dipendenti dall'azione meccanica, mentre ognun sa a cosa esso si riduca.

Noi dividiamo tutti i corpi della natura (relativamente al combinarsi alla pressione e temperatura in cui viviamo, ed al rimaner combinati senza decomporsi tra di loro a due a due) in tre classi. I. In corpi atti a combinarsi fra loro e rimaner combinati, quantunque l'uno e l'altro di essi indistintamente sia in quantità indefinita rapporto all'altro. Questa composizione per affinità reciproche ed indefinite tra due corpi, non può aver luogo che quando i due corpi sono e l'uno e l'altro nello stato o di fluidità aeriforme, o di liquidità; mentre le capacità che acquistano per contenersi vicendevolmente, non possono mai cangiare in modo da convertirsi o l'uno, o l'altro de' componenti in istato di solidità. Una goccia d'acqua, per esempio, ammette all'infinito lo

spi-

1002. Per l'efficacia ch'ella possiede d'internarsi ne' pori de' corpi, e di tenere in dissoluzione i sali, certe specie d'olj, ed altre simili sostanze, riesce ella attissima, anzi necessaria, non solamente alla vegetazion delle piante, ma eziandio alla vita degli animali: ed è ella il veicolo di tali materie non solo per la via delle radici, ma ancora pei pori assorbenti delle foglie, i quali traendo a se l'aria fissa (§. 822), e parte di quel misto di sostanze straniere, che naturalmente galleggiano nell'atmosfera, le convertono poscia in loro nudrimento, che unitamente all' acqua sof-

spirito di vino e *viceversa*, ed un pollice cubo di gas ossigeno ammette indefinitamente il gas azoto e *viceversa*, e così, ec. II. In corpi che combinandosi a due a due, non ammettono in quantità indefinita nella loro combinazione che uno solo di essi, mentre diventa circoscritta sempre la quantità dell'altro. Questo avviene in ogni caso in cui si tratti di combinare un corpo solido con un corpo fluido. Il corpo fluido che si chiama dissolvente, può accrescersi all'infinito, ed il corpo solido no; poichè minorandosi la capacità del corpo fluido per contenere disciolto il corpo solido, a misura che ne discioglie, o in altri termini a misura che il dissolvente si avvicina alla natura e allo stato del corpo solido, giugne più o men presto il punto in cui il corpo fluido o dissolvente non può disciorre altro corpo solido, ec. Il sale, lo zucchero, ec. che si disciolgono nell'acqua, presentano tutti questo fenomeno. III. In corpi ch'essendo o tutti e due liquidi, oppure uno solido e l'altro liquido, non possono combinarsi per difetto di affinità. L'acqua per questa ragione non si combina o non discioglie l'olio; nè questo una sostanza gommosa. Non si discioglie dunque più sale nell'acqua dopo una data quantità, poichè l'acqua non ha più la capacità di contenerne, sebbene però possa essere atta a disciorre un altro sale che non esiga la stessa capacità nell'acqua per contenerlo, come esigeva il primo ch'era disciolto.

Come poi tutte le dissoluzioni in generale si sa non operarsi che per mezzo del calorico, così dall'introdursi più, o meno di calorico in un dissolvente, ne segue ch'esso disciolga più sale, zucchero, ec. per esempio a 20 gradi del termometro, che a dieci, cinque, ec.

soffre la stupenda metamorfosi di cui si è ragionato nel §. 18 (326).

1003. Dalla facilità e prontezza, onde l'acqua s'interna ne' cuoi, ne' minimi vasi de' vegetabili e degli animali, nelle pietre, e finanche ne' metalli (§. 1000), i quali riescono del tutto impenetrabili all' aria, taluni han francamente conchiuso, che le parti dell'acqua sono più tenui e sottili di quelle dell'aria. Questa induzione però non è del tutto concludente; potendo derivare l'accennata differenza dal loro diverso peso; dalla diversa configurazione delle loro parti; da' particolari gradi di affinità, o ripulsione con que' tali corpi; e da altre cagioni simiglianti. Un tubo capillare finissimo, che dà l'adito all'aria, non lascia passar l' acqua. Potrebbesi dunque conchiuder bene da ciò, che le parti dell'aria sono più sottili di quelle dell' acqua (327)?

1004. Non essendo possibile di aver l'acqua in tutta sua purità per cagione delle materie eterogenee, ond'ella s'impregna (§. 994), non si può similmente determinare con tutta l'esattezza la sua gravità specifica; essendo ella diversa a proporzione che l' acqua tro-

---

(326) Rapporto al vero modo di agire dell'acqua nella vegetazione, abbiamo detto l'occorrente alle note 176 e seg.

(327) Se dalla facilità e prontezza con cui un liquido s'introduce in un solido, si dovesse dedurre la maggiore, o minore tenuità delle sue parti, allora dovrebbesi conchiudere che le parti del mercurio sono più tenui di quelle dell' acqua e dell'aria, poichè esse penetrano e s'internano nell' oro, argento, ec. corpi tutti che non vengono certamente penetrati nè dall'acqua nè dall'aria. Ma ciò è assurdo, e lo sarebbe egualmente ogni altro ragionamento che far si volesse sopra i fenomeni che presentano i corpi liquidi in generale applicati ai solidi, come dipendenti, cioè, dalla differenza del loro peso, dalla configurazione delle loro parti, dalla loro ripulsione, ec. Convien sempre ricorrere all' affinità rispettiva de' corpi gli uni cogli altri. Quest'è la causa a cui riportar si debbo-

trovasi più, o meno caricata di quelle tali materie (328). Vuolsi anche porre a calcolo il divario cagionato dalla diversa temperatura dell'atmosfera ne' diversi tempi e nelle differenti stagioni. Da ciò derivano i dispareri tra coloro, i quali han cercato di farne il saggio. Tuttavolta però sono convenuti i Fisici di prendere la gravità mezzana, ch' è risultata da' varj esperimenti; cosicchè da parecchi trovasi stabilito esser ella rispettivamente alla gravità dell' aria comune come 800 ad 1. Un piede cubico d'acqua dolce fassi ascender generalmente a circa 70 libre di peso (329).

## ARTICOLO II.

*Dell' Acqua considerata nello stato di vapore.*

1005. Abbiamo altrove notato (§. 995), che l'acqua può facilmente convertirsi in vapori, i quali poscia addensati dal freddo ritornano in acqua di bel nuovo. Or considerando l'acqua in questo punto di veduta, ci presenta ella parecchie altre proprietà, e nuovi fenomeni interessantissimi, i quali meritano d'essere esaminati con una particolare attenzione.

1006. Per poter meglio seguire le tracce della Natura in queste tali ricerche, mettiam l'acqua dentro d'un vaso, ed esponiamolo al fuoco: ed affinchè possiam meglio vedere quello che siegue, facciam che un tal

bono tutti i diversi fenomeni che presenta l'azione dei liquidi, o fluidi sopra corpi solidi (vedi nota 29 e 322).

(328) L'arte veramente ci suggerisce un mezzo facile per aver l'acqua pura. Ciò è attaccato ad un principio semplicissimo, cioè, che l'acqua non contiene di estraneo alla sua purità, che corpi o più solidi, o più volatili di essa. Quindi la distillazione fa il doppio effetto di separare gli uni e gli altri, e ci dà acqua pura atta a servire ad ogni sperienza, e a farci conoscere qual sia realmente la sua gravità specifica (vedi nota 98).

(329) Vedi nota 328.

tal vaso sia di vetro dilicato. Dopo d'esser ella stata per picciol tempo in questa situazione, incomincia ad esser penetrata dal fuoco, le cui particelle disposte regolarmente in una serie, veggonsi montar su dal fondo del vaso verso la superficie dell'acqua alla guisa di tanti fili luminosi, che si possono chiaramente scorgere al buio a traverso del vetro. Moltiplicandosi eglino di mano in mano, si uniscono a formare delle strisce luminose finattantochè penetrano dappertutto, ed in varie direzioni, la sostanza dell'acqua; le cui particelle disgregate dalla forza di quelli, lasciano scappar l'aria ch'era quivi appiattata. Dilatasi questa immantinente in vigor della sua molla, e del fuoco che l'investe; e facendosi strada verso la superficie dell'acqua, ove crepansi le sue bolle, agita per tutt'i versi, e pone in grandissimo scompiglio tutte le particelle dell'acqua medesima, la quale in tal caso dicesi *bollire*. Questo bollimento viene accompagnato da una specie di sibilo e di strepito confuso, il quale deriva sì dal crepito delle bolle aeree, sì dagli urti frequenti dell'acqua, contro il fondo e le pareti del vaso, sì finalmente dal vivo contrasto di essa coll'atmosfera imminente, la cui pressione serve di poderoso freno all'agitazione dell'acqua, ed all'innalzamento de'vapori che se ne van mano mano staccando. Nuove particelle di fuoco van succedendo di grado in grado alle prime già introdotte; e queste diffondendosi colla stessa celerità nell'aria contigua insiem co' vapori, serbasi costantemente nell'acqua il mentovato bollimento.

1007. Il bollore adunque, di cui ragioniamo, senza che altri il contenda, è veramente lo stato in cui l'acqua dal suo stato di liquidità fa passaggio a quello di gas, ossia di fluido aeriforme; il quale investito dalla materia del calore, rendesi tosto volatile; disortachè staccandosi egli dalle particelle acquose non ancora ridotte a cotale stato, passa ad introdursi nello stato

di perfetta trasparenza nel seno dell' atmosfera (330).

1008. Porta il pregio di osservare in questo luogo, che il grado di calore richiesto per eccitar del bollore nell' acqua in generale non è sempre il medesimo, ma dipende moltissimo sì dal vario grado di purità dell' acqua stessa, come ancora dallo stato attuale dell' atmosfera; conciossiachè egli è dimostrato dall' esperienza, che siccome l' acqua più pura bolle agevolmente al più leggero grado di calore (331), così uopo è, che il medesimo si vada aumentando semprepiù per produrre lo stesso effetto, a misura che le acque sono impregnate di maggior quantità di particelle straniere, specialmente quando queste sieno fisse per lor natura, e perciò restíe ad esser poste in moto, com' è appunto il sal marino, il nitro, la terra marziale, ec. E' facile lo sperimentare, che nell' acqua marina non si eccita verun bollimento con quel grado di calore, con cui si

fa

(330) Il bollimento dell' acqua è appunto il passaggio che fa la stessa dallo stato di liquidità allo stato aeriforme, mercè una compiuta dissoluzione nel calorico, che diventa notabile quando l' acqua pura acquista 80 gradi di temperatura sopra lo zero alla pressione di 28 pollici. Sarà utile a questo proposito il tenersi presente quanto segue. I. Che il diaccio è la base dell' acqua. II. Che l' acqua è la base dei vapori. III. Che quindi l' acqua ed i vapori sono composti d' acqua e di calorico. IV. Che i limiti della liquidità dell' acqua sono circoscritti fra lo zero del termometro e gli 80 gradi. V. Che perciò l' impiegare maggior quantità di calorico, oltre agli ottanta gradi nella svaporazione dell' acqua, altro non fa che porne in vapore una maggior quantità, senza ch' essa soffra giammai una temperatura maggiore degli 80 gradi suespressi. VI. Che i limiti dello stato aeriforme dell' acqua nel voto, sono dagli 80 gradi all' infinito, aggiugnendovisi calorico. VII. Che i limiti dello stato aeriforme dell' acqua, allorchè sia questa in combinazione coll' aria, sono per l' affinità che hanno questi due corpi, da sotto lo zero fino all' infinito.

(331) Col dire, che agevolmente l' acqua pura bolle, ossia prende lo stato aeriforme al più leggero grado di calore, niente havvi di ben determinato; perciò vedi nota 330.

fa bollire l'acqua distillata, oppur quella di un pozzo. Egli è d'altronde ugualmente indubitato, che il vario peso dell'atmosfera aver dee una grande influenza sull' effetto in quistione. Imperocchè dovendo l'acqua superare il peso dell'aria sovrastante nell' atto che bolle, per poter sorger in qualche modo al disopra del suo naturale livello, e quindi sollevarsi in vapori; egli è chiaro che potrà ella farlo tanto più agevolmente, quanto è minore la pressione dell' atmosfera che le sovrasta. Quindi ne addiviene che l'acqua comincia a bollire ad un più leggero calore sulla cima d'una montagna, che nel fondo della valle sottoposta, o in altri luoghi meno elevati, siccome ce lo attestano le osservazioni ripetute del signor de Luc, del cavalier Shuckburg, e di altri osservatori. Corrispondentemente a ciò scorgesi benanche, ch' ella bolle con somma facilità dentro d'un recipiente voto della macchina pneumatica: e lo svaporamento ch' ella soffre quivi in virtù di un calore di 80 gradi del termometro di Farenheir, è assai più abbondante di quello che segue nella temperatura di 212 gradi (ch'è il punto dell' acqua bollente) all'aria libera (332).

E 2 1009.

(332) Abbiamo altrove dimostrato che l'affinità delle basi dell' aria, o l'affinità dell'aria stessa, non che d'ogni altro fluido aeriforme, diventa tanto maggiore pel calorico, quanto più si vengono a togliere sopra di esse i pesi comprimenti che impediscono sempre, o minorano l'affinità di questi corpi pel calorico. Lo stesso riesce dimostrato, trattandosi di ogni corpo liquido. Portandosi sulla cima d'un'alta montagna dell'etere, dell'alcool, dell acqua, ec., si scorge facilissimamente ch'essi bollono, o per dir' meglio, si convertono in fluidi aeriformi ad una temperatura assai minore che a livello del mare; e ciò unicamente per l'accresciuta affinità di questi corpi pel calorico (vedi note 23, 53, 331,).

1009. Vuolsi però fare su di ciò un' osservazione interessantissima; ed è, che qualunque determinata specie di acqua, la quale facciasi bollire in vasi aperti nella stessa temperatura dell' aria, giunta che sia allo stato dell' attuale bollore, indicato generalmente dal grado 212 del termometro di Farenheit, è incapace di riscaldarsi maggiormente, per quanto sia grande la quantità di fuoco che vogliasi adoperare per aumentarne il calore, e per quanto sia lungo il tempo, durante il quale si fa ella bollire. Sicchè l' acqua distillata, esempigrazia, acquista costantemente un determinato grado di calore, cui non oltrepassa giammai, qualunque volta si faccia bollire nella medesima temperatura dell' atmosfera. Lo stesso intender si dee d'una determinata acqua di pozzo, di mare, ec. Questa è cosa veramente da destar meraviglia; e la ragione più soddisfacente, che apportar si possa per poter capire onde ciò avvenga, sembrami esser quella, che le parti dell' acqua, attesa la volatilità, cui concepiscono in forza di quel tal grado di calore (§. 1007), staccansi immediatamente dalle loro simili; e sollevandosi in aria in forma di vapore, sottraggonsi in tal guisa alla ulterior forza del fuoco, portandone via secoloro una determinata quantità che le investe (333). Questa spiegazione rendesi più credibile prima di tutto dal vedere, che qualora fassi bollir l'acqua in vasi chiusi, talmentechè non possa ella sottrarsi all' azion del fuoco, dopo d' esserne stata penetrata fino ad un certo segno, concepisce un grado di calore assai più gagliardo. Si può ciò sperimentare col mezzo della *Pignatta di Papino*, ch' altro non è, se non se un vaso ben solido di metallo, il cui coverchio si può chiudere esattamente, e fermarsi per via di viti. Se un tal vaso empiasi in par-

(333) Per comprendere tutto distintamente e senza meraviglie, vedi la nota 330.

parte di acqua; ed in questa tengasi sospeso un pezzo di stagno, ovver di piombo; quindi chiuso esattamente il suo coverchio, si sovrapponga ad un fuoco violento; l'acqua ivi contenuta concepirà un tal grado di calore, che sarà sufficientissimo a fondere il detto piombo, od anche lo stagno (334).

1010. La dichiarata verità si comprova similmente dall'osservare che i soli corpi volatili son capaci di concepire un determinato grado di calore senza veruna sorta di aumento; ed oltreaciò che un tal grado è minore a porporzione ch'è maggiore la loro volatilità (335). E se mai avvien talvolta, che vengano essi



(334) Quest'esperimento che importa moltissimo di tenersi presente, dimostra chiaramente quanto valga la pressione onde impedire l'affinità del calorico pei corpi liquidi. Se lo sforzo che fa l'acqua innalzata ad una sì grande temperatura per combinarsi col calorico, superasse per un momento la forza di pressione della pignatta di Papino, la combinazione dell'acqua col calorico si farebbe allora con tanta rapidità, e l'aumento di volume che prenderebbe l'acqua, sarebbe sì grande e sì pronto, da occasionare un effetto terribile agli asranti.

Ma come però tutto il calorico della pignatta sopra agli 80 gradi verrebbe tosto implegato a disciorre o a porre in vapore una quantità più, o meno grande di acqua; così ne segue che l'acqua che rimanesse entro la pignatta dopo questa prima esplosione, si troverebbe tosto ridotta alla temperatura dei soli 80 gradi ch'è il limite, fino al quale l'acqua può rimanere in istato di liquidità ( vedi note 23 e 332 ed il §. 1020 ).

(335) Questa conseguenza veramente è falsa. Non havvi anzi per esperienza che i corpi volatili propriamente detti, che sieno capaci di un facile e straordinario aumento di volume; e se questo in qualche caso particolare non arriva, come nella pignatta di Papino, ciò unicamente dipende dalla grandissima pressione del vaso in cui si trovano rinchiusi questi corpi, pressione che prevale allo sforzo che fa il corpo volatile per dilatarsi, o in altri termini, pressione che prevale allo sforzo affine del corpo volatile rinchiuso per combinarsi col calorico a così alte temperature. Egualmente ogni corpo solido atto a dilatarsi al fuoco, cesserebbe an-

ch'

esposti all'improvviso ad un grado di calore maggior di quello, cui la loro volatilità è capace di soffrire, si genera nelle loro particelle un movimento così tumultuoso, che lungi dal risolversi dolcemente in vapori, son lanciate qua e là con una indicibile violenza. Questo accade per appunto qualor si versa dell'acqua sull'olio bollente, su d'un metallo fuso, oppur su di altre sostanze, il cui calore supera quello che può compottarsi dall'acqua (336). E' ciò noto soprattutto per esperienza ai fonditori di cannoni, a cui suol avvenire talora, che un poco di umidità aderente alla forma del lor pezzo d'artiglieria, cagiona degli effetti pur troppo funesti nell'atto che vi si va a versare il metallo già fuso. L'esplosione è stata sì violenta in taluni casi, che non solo è stata capace di sfrantumare in minuzzoli la detta forma, e la fornace, colla morte degli astanti; ma eziandio di fendere il suolo fino ad una certa profondità. Or s'egli è certo, che siccome vi son delle acque nel sen della Terra, così vi esistono parimente de' fuochi volcanici atti-

ch' esso d'aumentar di volume, qualora una pressione prevalente gl'impedisce di combinarsi con quella quantità di calorico, di cui sarebbe capace ad una data temperatura ( vedi nota 334 ).

(336) In questi sperimenti, come ognun vede, si tratta di non esservi pressione alcuna che si opponga alla dilatazione de' corpi volatili oltre a quella dell'atmosfera; e quindi essi possono tosto combinarsi col calorico e prendere un immenso volume. In questi sperimenti poi, oltre alla volatilizzazione, havvi anche decomposizione dei corpi liquidi impiegati, e risoluzione di essi in fluidi aeriformi permanenti.

L'olio esposto ad un forte calore si decompone da per se; una porzion del suo idrogeno si separa sotto forma di gas, e una porzione del suo carbonico si combina coll'ossigeno dell'atmosfera, e si forma egualmente del gas acido carbonico. Versandosi poi dell' acqua sopra l'olio bollente, si decompongono entrambi, essa somministra l'ossigeno al carbonio dell' olio, si forma del gas acido carbonico e si pone in libertà copia grande d'idrogeno (sotto forma di gas) altro principio dell' acqua e dell' olio. Versandosi istessamente dell'acqua

rivissimi; chi non comprende che una vena di acqua penetrata a caso fino alla sede di detti fuochi, può cagionare un tremuoto sì violento, che riesca fatale a numerose popolazioni (337)?

1011. Parecchi Fisici son falsamente di parere, che il determinato grado di calore dell'acqua bollente, di cui si è ragionato finquì, possa derivare da ciò, che qualora le parti dell'acqua vengono penetrate da una certa quantità di fuoco nel modo già dichiarato (§. 1006), trovansi elleno così disgregate e distanti l'una dall'altra, che passando quello liberamente tra que' tali interstizj, va quindi a disperdersi nell'atmosfera, senza di aver su di esse la menoma azione.

1012. La mentovata efficacia del calore, mercè di cui le particelle dell'acqua che ne son penetrate, perdendo la lor naturale picciola forza di coerenza, vengonsi a disgregare e separarsi l'una dall'altra, è una delle cagioni, per cui l'acqua bollente trovasi accresciuta di volume. Siffatto accrescimento è tale, che il volume dell'acqua che bolle, è di $\frac{1}{16}$ maggiore di quello ch'ella occuperebbe nel massimo grado di freddo,



qua sopra la maggior parte de' metalli roventi, essa si decompone cedendo al metallo l'ossigeno, e si pone in libertà del gas idrogeno. Tutto ciò contribuisce a rendere più terribili ed energici gli effetti, allorchè si versa dell'acqua sopra l'olio, od un metallo rovente.

(337) Cosa operi la forza della pressione per impedire la dilatazione d'un liquido, quantunque rovente, posto in un vaso o in un luogo qualunque in cui non siavi comunicazione coll'aria esterna, ce lo ha schiettamente indicato l'Autore, riportandoci lo sperimento della macchina di Papino. Ognuno da ciò scorgerà facilmente, dopo anche l'esempio dei fonditori riportato, quanto ridicola cosa sia il supporre che un tremuoto possa avvenire entro le viscere della terra, in cui sia tolta la comunicazione coll'aria esterna, per la sola vaporazione dell'acqua, checchè ne dicano tutti coloro che mal valutano, o conoscono gli effetti uniti, o separati che può produrre l'azione di alcuni corpi sopra alcuni altri. I vulcani che sono sempre in comunicazione coll'aria esterna (il che indica che i corpi in vapore non soffrono che una picciola

do, prossimo alla congelazione (338). Deriva ciò similmenre dalla dilatazione, cui soffre ciascheduna delle particelle dell' acqua in virtù dell' efficacia del fuoco (339). Sicchè poi, e per la scemata lor forza di coerenza, e per la loro leggerezza, avvalorata dall' azion del calore, vengonsi a sollevare nell' aria in forma di vapore. Nè altri creda che il dichiarato svaporamento dell' acqua succeda soltanto quand' ella sia esposta all' azion del fuoco artifiziale nel modo già detto; scorgendosi alla giornata, che vien egli cagionato parimente in grande abbondanza dalla semplice temperatura dell' atmosfera, per la cui efficacia sollevasi nell' aria la massima parte de' vapori, onde formansi le neb-

la pressione) debbono necessariamente esser tanto più terribili, quanto più l' acqua abbonda rispettivamente alle sostanae sopra a cui va essa a versarsi, e debbono assolutamente cessar d' agire, mancando l' acqua che si vaporizzi, e si decomponga e somministri continuamente ossigeno ed idrogeno (vedi note 44, 57, 334, ec.).

(338) Non mi è riuscito giammai di vedere che l' aumento di volume dell' acqua pura, presa appena sopra la congelazione e portata ad ottanta gradi, cioè all' ebollizione, sia maggiore di un venticinquesimo. Già s' intende alla pressione di 28 pollici di mercurio.

(339) Alle particelle dell' acqua poi, che si combinano col calorico e si disgiungono, accade lo stesso che alle particelle dello zucchero, ec. quando si combinano o si disciolgono nell' acqua. Il tutto che ne risulta ne' due casi, è un composto le cui parti non sono altrimenti disgiunte fra loro; e le molecole dello zucchero disciolte nell' acqua, egualmente che quelle dell' acqua disciolte nel calorico, sono equiponderate equabilmente ne' loro dissolventi, e si ritrovano tutte in un positivo contatto per la distensione infinita che le molecole dei corpi possono prendere combinandosi per affinità con un altro. I volumi dunque che si accrescono in una dilatazione, non sono come lo sgiungimento delle parti del corpo dilatato, ma come la quantità del dissolvente che si è combinato con esso, e da cui n' è risultato il composto enunciato.

nebbie; le nubi, la pioggia, ed altre meteore simiglianti (340).

1013. Or richiamando alla memoria il meccanismo, onde abbiam detto eseguirsi il mentovato svaporamento (§. 1006), potrà sembrare assurdo a taluno; ch' egli si possa eseguire in tempo d' inverno; allorchè il calor dell' aria è sì debole, che lungi dall' aver l' efficacia di spanderla, vedesi quella addensata: Cesserà però qualunque meraviglia dal riflettere, che un grado di calore atto ad espander l' aria per due terzi soltanto del suo volume, dilata effettivamente per più migliaia di volte una massa di acqua, come dimostreremo in appresso. Dal che giustamente si deduce, che un leggerissimo ed insensibil calore dell' atmosfera, del tutto incapace ad operar sull' aria, può benissimo agire efficacemente sull' acqua, e risolverla in vapori (341).

1014. Non vo' tralasciar di dire su questo proposito una verità di fatto, scoperta per la prima volta dal celebre Bacone da Verulamio, cioè a dire, che lo svaporamento de' laghi e delle acque stagnanti, è assai mag-

(340) Vedi note 4, 69, e 330.

(341) La svaporazione dell' acqua a freddissime temperature è fondata sull' affinità dell' aria per l' acqua; ma perchè appunto non si può verificare questa svaporazione che a spese del calorico dell' aria stessa e de' corpi circostanti, ne segue che a noi sembra, per esempio, più fredda l' aria avente affinità per l' acqua a a gradi di temperatura, che l' aria non avente affinità per l' acqua pure a a gradi di temperatura; e ciò perchè nel primo caso noi che conteniamo molto calorico, siamo costretti a cederne del nostro proprio a misura che l' acqua si vaporizza e che noi stessi traspiriamo più ne' tempi secchi che ne' tempi umidi; mentre non ne cedono tutti que' corpi che non contengono che quello ch' è relativo alla temperatura dei a gradi suespressi.

Questi principj meritano d' essere ben considerati, poichè spargono un gran lume sopra tanti fenomeni che prima erano ignoti (vedi le note 52 e 69).

maggiore di quello de' fiumi e delle acque correnti; sì perchè le particelle delle acque de' fiumi rotolando continuamente su d'un piano inclinato, sottraggonsi agevolmente all'azione del sole, il quale può agire senza interruzione su di quelle delle acque stagnanti; sì ancora perchè le acque correnti acquistando una certa quantità di moto mercè la loro caduta sul divisato piano (§. 345), sono più difficilmente sollevate in alto dalla forza svaporante, che le investe.

1015. Premessa la dichiarazione di siffatte cose, arrestiamoci ora un poco ad esaminar minutamente qual sia l'indole de' vapori, e quali le particolari proprietà che loro convengono. Egli è vero che li abbiam veduti generati in forza del calore, ma non ancora abbiam particolarmente rintracciato il modo, ond' egli opera su di essi. L'immaginarsi ch' egli non contribuisca ad altro, che a sollevarli in alto come una sostanza estranea, capace di dar loro un urto, non è cosa punto ragionevole; potendosi dimostrare ch' oltre all' essere il fuoco, ovver la materia del calore, l'agente immediato della generazion de' vapori, entra egli essenzialmente nella loro composizione; disortachè può francamente affermarsi esser eglino un misto che risulta dalla combinazione dell' acqua colla materia del calore che fa quivi le veci di fluido deferente.

1016. Le prove di questa verità trar si possono agevolmente dall' esperimento che qui siegue. Abbiasi l' istrumento rappresentato dalla Fig. 6. della Tav. II. (Tav. II. Fig. 6.) il quale vien formato dal tubo di vetro AB, lungo d'intorno a un piede, e guernito in entrambi i suoi capi delle due sfere vote, C, D, ermeticamente chiuse. Evvi nel tubo una certa quantità di acqua, ma l'intera capacità dell' istrumento è perfettamente vota d'aria. Quand' altri chiude entro la mano una delle sfere, cui supporremo C, tenendo il resto dello strumento in situazione orizzontale; scorgesi immantinente, che l'acqua ridotta allo stato aeriforme, ossia il

va-

vapore elastico quivi generato per virtù del calor della mano, scacciando con impeto l'acqua contenuta nel tubo A B, l'obbliga ad entrar con forza entro all'opposta sfera D; ove giunta, la fa per qualche tempo sensibilmente bollire quand' altri continui a tener chiusa in mano la sfera anzidetta, finattantochè il vapore generato vassi a condensare in vigor del freddo naturale della sfera D, in cui s' introduce. Egli è tanto vero, che il vapore elastico manifestatosi nella capacità del descritto strumento vien generato dal calor della mano, e che questo seco trasporta il vapore medesimo; ciò è tanto vero, dicea, che la sfera C non ostante d'essere stata per qualche tempo racchiusa nella mano, si rinviene del tutto fredda se altri la tocchi in quell' istante, per cagion d'essersi tutto il calore comunicato all'acqua; laddove nel momento stesso, in cui cessa il bollore, e per conseguenza l'evaporazione, non lascia ella giammai di concepire un calore sensibilissimo.

1017. Questa è la ragione, per cui risulta da infiniti fatti, che i vapori consumano sempre una copia considerabile di calore; e che questa viensi a manifestare di bel novo tostochè quelli si vengono a condensare; disortachè può oggi riputarsi qual verità dimostrata, che nel passaggio d'ogni corpo dallo stato di solidità a quello di fluidità v'è sviluppo di calore; e che questo vien poscia assorbito tutte le volte ch' essi dallo stato di fluidità passano a quello di solidi (342). Bagnate con acqua, o con ispirito di vino, la palla d'un termometro; vedrete tosto, che cominciando quel fluido a svaporare, il mercurio si abbassa, per poi risalire di bel nuovo quando sia già cessata l'evaporazione. S'impugni colla mano il mezzo del tubo A B; e tenendolo così in posizione orizzontale, s'inumidisca mercè d'una piuma imbevuta di acqua, Tav. II. Fig. 6.
op-

(342) Vedi note 2 e 6.

oppur di spirito di vino, una delle sfere C, D. Vedesi l'acqua contenuta nella capacità del tubo trasportarsi rapidamente in quella sfera che si è inumidita, per la ragione ch'essendo il vapore elastico ivi racchiuso, addensato in vigor del freddo prodotto dall' indicata evaporazione, non ha più il potere di far contrasto all'espansione di quello che contiensi nella sfera opposta. Dal che ne siegue, che tolto a questo l'ostacolo che tenealo in freno; si espande egli, e spigne con forza l'acqua del tubo ad occupare la capacità della sfera divisata. Ed è cosa osservabile, che lo svaporamento produce un grado di freddo più o meno sensibile, a misura della maggiore, o minore volatilità del fluido che svapora. Ciò ha somministrata l'idea di bagnarsi il corpo con etere vitriolico (ch'è un fluido volatilissimo) in tempo di estate, e quindi di farlo svaporare da se, rimanendo del tutto ignudo, affin di acquistare un tal grado di freddo da poter rimanere fresco in tutta la giornata, o almeno per non risentire punto gli effetti de'calori affannosi. E' tale l'efficacia di questo espediente, che potrebbesi sicuramente col mezzo di esso, quando fosse continuato al di là di certi limiti, far morire un uomo agghiadato dal freddo, anche all'aspetto del più cocente del sole di estate. Questo dipende, siccome può ciascuno immaginarlo, da ciò, che i vapori portan via secoloro una notabil copia di fuoco che gli anima per così dire e gl'innalza; forse anche coll'aiuto d'una certa forza ripellente, che tende sempre ad allontanare le loro particelle (343). Mi rammento su questo proposito, che tra i varj esperimenti praticati in Londra nel 1780 in casa del signor Nairne, ove io assisteva in compagnia del dottor Priestley, Crawford, Magellan, ed altri celebri Fisici, vi fu quello inventato da Cul-

(343) Per ben intendere tutto ciò co' veri principj, si considerino le note *6*, *34*, e *69*.

Cullen fisico scozzese, a cui si dee la gloria di aver capito il primo la cagione del freddo dell'evaporazione. Fecesi cotesto esperimento con racchiudere nel recipiente d'una macchina pneumatica un termometro; la cui colonna mercuriale dal grado 67 di Farenheit si andò abbassando di mano in mano fino al grado 64, a misura che si andava facendo il voto dentro di quello; per la ragione appunto che scemata la pressione dell'aria, ch'è certamente un freno attissimo allo svaporamento di tutt'i fluidi, le particelle vaporose mescolate coll'aria del recipiente potevano scappar via più agevolmente, e portar seco, non altrimenti che l'aria stessa, una notabil copia di fuoco (344). Quindi è poi, che il raffreddamento rendesi maggiore a proporzione che l'evaporazione è più pronta e più copiosa. Per la ragione medesima il moto d'un ventaglio, e il soffiar colle labbra alquanto ristrette, vengono a produrre un freddo sensibile. Per lo contrario potrebbesi agevolmente dimostrare co' fatti, che i vapori, esempigrazia, dell'acqua bollente hanno circa un terzo di calore di più dell'acqua stessa quand'è nello stato di bollore. Farà sorpresa ad ognuno il luminoso esperimento praticatosi in Inghilterra, ove i vapori dell'acqua bollente addensati gagliardamente entro una canna di metallo, svilupparono un tal grado di calore, che giunse ad arroventar la canna come se si fosse messa sul fouco ardente (345).

1018. I vapori generati nel modo già dichiarato sogliónsi da' moderni Fisici distinguere in tre specie diverse; imperciocchè alcuni di essi venendo immediatamente disciolti dall'aria, e dividendosi anche in forza della sua agitazione in particelle tenuissime, specificamente più leggere dell'aria stessa, s'incorporano in mo-

(344) Vedi note 23, 25, ec.

(345) Vedi note 2, 23, e 25.

modo tale con quella, che non sono affatto visibili, e non alterano sensibilmente la sua sottigliezza e trasparenza. Abbiam veduto in fatti esserci effettivamense dell'umidità nell'atmosfera anche in tempo ch' ella ci sembra oltremodo secca e serena (§. 655). I vapori di questa prima classe soglionsi denominare *vapori elastici*, *sciolti*, ossieno *puri*. Succede però talvolta, ch' essendo i vapori elevati nell'aria, la rinvengono caricata d' una copia esuberante d'altri vapori, e perciò incapace a discioglierli. Nel qual caso essendo essi doviziosi di materia di calore, colla quale abbiam detto esser eglino combinati di lor natura (§. 1015), rimangono galleggianti nell' aria medesima, e si conformano in tante picciole sfere esilissime, simiglianti a quelle che abbiam per costume di fare talvolta soffiando entro a un cannello che abbia in se qualche goccia di acqua di sapone. Diconsi questi propriamente *vapori vescicolari*, onde si formano generalmente le nebbie e le nuvole. L' ingegnoso signor de Saussure, dalla cui Opera abbiam tratti varj lumi intorno a tal punto, c' indica il modo da poterli chiaramente ravvisare con far uso d' una lente da ingrandire, e d' una picciola tavoletta ben liscia di color nero. Se nell'atto che altri si trovi o nel mezzo d' una nuvola sull' alto d' un monte, ovver circondato da nebbia in un luogo qualunque, tenga colla mano sinistra l' accennata tavoletta, e colla destra la lente nella giusta distanza da quella, vedrà passar tratto tratto dinanzi alla superficie nera, che gli sta dirimpetto delle sfere vaporose esilissime, che veggonsi attratte ed arrestate talvolta su quella. Può altri scorgerle con ugual chiarezza esponendo a un raggio di sole una tazza di caffè, di ciccolatte, o d'altro liquore ben caldo di color tendente al nero, sulla cui superficie talora con occhio nudo, ed assai meglio mercè d' una lente, si ravvisano innalzarsi i vapori alla guisa di sfere minutissime, e scorrere assai rapidamente per varie dire-

zio-

zioni. Succede finalmente, che le particelle vaporose, onde si formano i detti vapori vescicolari, sieno in tanta abbondanza, che addensati in qualche modo, vadano a formare delle picciole sfere solide, ossia delle tenuissime gocce di acqua, le quali in vigore d' una doviziosa copia di fuoco con esse combinata, e col favore dell' agitazione dell' aria, mantengonsi sospese nell' aria stessa per qualche tratto di tempo. Dassi a questi la denominazione di *vapori concreti*; e son quelli appunto, da cui si generano *l'Arco baleno*, *l'Alone*, ed altre simili meteore, che non si possono produrre dalle due specie di vapori mentovate dianzi, scorgendosi da' fatti, che non le producono le nubi. Quindi è, che l'apparizione di tali meteore vien ad essere il segno della pioggia imminente. Si rileva per via del manometro (§. 753), che gli anzidetti vapori elastici sciolti aumentano notabilmente il volume e l'elasticità dell' aria, entro cui si vanno ad insinuare (346).

1019. Risoluta l'acqua in vapori per le cagioni or ora accennate, si attenua e si dirada a un segno tale, che giugne ad occupare uno spazio per lo meno quattordicimila volte maggiore di quello che occupava in forma d'acqua: e la mentovata forza che l'espande, è così poderosa, ch'io sarei per dire non aversi idea di veruna sorta di ostacolo atto a contrastarla. Or poichè la detta efficacia de' vapori aumentasi a proporzione che si accresce l'azion della forza, ossia del fuoco, d'onde deriva; seguirem brevemente i progressi ch'ella va facendo a misura della maggior violenza del calore.

1020. L'istrumento atto a dare una leggera idea di questo fatto, è quello che dicesi *Eolipila*, che altro non è, se non se un picciol vaso di metallo in forma d' una pera, guernito di un collo alquanto ricurvo

(346) Vedi note 2 e 69.

vo, che va poscia a terminare in un picciolissimo orifizio. Ripieno egli in parte di acqua; e quindi sovrapposto ad ardenti brace, ne incomincia ad uscire, dopo d'un breve tempo, un leggero e continuato spruzzo di vapore, il quale prendendo forza di grado in grado, divien finalmente impetuosissimo; e sentesi accompagnato da una specie di sibilo, del tutto simile a quello d'un vento burrascoso. Quindi è; che si diè la denominazione di Eolipila al detto strumento, che altro non significa in greca favella, salvochè la *porta di Eolo*; sull'idea già nota de' Poeti, ch'essendo Eolo il dio de' venti e delle procelle, li tenea racchiusi entro a caverne, una delle quali vien figurata dal detto strumento. Esce il vapore con tanto impeto dall'indicato suo orifizio, che se per caso, o ad arte si venisse egli ad otturare, il vapore racchiuso al di dentro acquisterebbe una tal forza espansiva, che vinto il freno del metallo che lo chiude, non solamente lo ridurrebbe in pezzi con un orribile scoppio; ma recar potrebbe nel tempo stesso del grave danno ai circostanti. E' facile il dimostrare per via di un calcolo, che una Eolipila di quattro pollici di diametro, e della doppiezza di $\frac{8}{100}$ di pollice, è crepata talvolta con una forza uguale a 38250 libbre (347).

1021. Il rapportato effetto dell' Eolipila vien rappre-

(347) Ognuno già comprenderà facilmente che la forza dell' Eolipila è sempre proporzionale alla quantità di acqua che si combina o si discioglie nel calorico per prendere lo stato aeriforme, e quindi alla quantità di calorico che s'impiega. Conviene però ricordarsi come mercè una forte pressione si venga a render nulla nella macchina di Papino quest' affinità dell' acqua pel calorico, quantunque l' acqua si arrossi, cioè venga esposta ad un calore assai più forte di quello che soffra nell' Eolipila. Crediamo poi molto imperfetti tutti i calcoli della natura che rapporta l'Autore, e molto più le conseguenze che se ne traggono rapporto alla resistenza delle libbre 38250 ( vedi note 37 e 334 ).

presentato in picciolo da quelle minute palle di vetro, ripiene in parte di acqua, le quali gettate per gioco sui carboni accesi, sentonsi scoppiare dopo breve tempo con gran violenza e fragore. E' celebre l' esperimento praticato fin dalla metà dello scorso secolo dal marchese di Worcester, il quale avendo ripieno d' acqua per tre quarti della sua capacità un grosso cannone; e quindi avendone otturata la bocca e il focone, nella maniera la più efficace ed esatta che fosse possibile; lo dispose orizzontalmente, e vi accese al disotto un fuoco attivissimo. Dopo di averlo lasciato in tale stato durante lo spazio di 24 ore, fu tale la violenza, onde l' acqua ridotta in vapore si sforzò di espandersi per tutt' i lati, che il cannone videsi crepare orribilmente alla guisa di una granata.

1022. Ciò può servire di un luminoso esempio della tremenda forza del vapore dell' acqua. Ella è tale, a tenor de' calcoli già fatti, che supera per ben tre volte e mezza, quella della polve da cannone (calcolando l' espansione di questa secondo Belidor; poichè secondo altri risultati sarebbe anche maggiore): cosicchè se mai si potesse ritrovare un mezzo da ridur l' acqua in vapore con quella facilità e prontezza, onde si accende e si mette in azione la polve d' archibuso, non v' ha il menomo dubbio, che i cannoni a vapore produrrebbero effetti assai più notabili di quelli che producونsi dalla polve. Per darne una qualche idea, proporrò il seguente esperimento.

1023. Prendasi una buona canna di archibuso, e fatte cadere poche gocce di acqua entro alla sua culatta, vi s' introduca una palla di piombo con una forza notabile. Messa quindi la culatta dell' archibuso dentro di un fuoco attivo, si badi bene quando il vapore dell' acqua, antecedentemente ivi racchiusa, comincia ad uscire dal buco del focone; conciossiachè questo indicherà che l' aria n' è già stata spinta fuori, e che l' acqua principia ad espandersi. Si chiuda immediata-

mente il detto buco con una punta di metallo, e si sovrapponga la canna di bel nuovo al fuoco. Non andrà guari, che le anzidette gocce d'acqua risolute in vapori si espanderanno con tal vigore, che cacceran fuori la palla con indicibile violenza, cagionando uno scoppio sì grande come sarebbe quello di un moschetto caricato a polve.

1024. La pignatta papiniana già mentovata dianzi (§. 1009) somministra eziandio un chiaro argomento del potere eccessivo de' vapori dell'acqua. Imperciocchè hanno essi l'efficacia di penetrare vigorosamente le ossa e le dure corna degli animali in quella racchiusi, e di ridurli in una perfetta gelatina nello spazio di quattro, o cinque minuti, siccome ho sperimentato più volte (348).

1025. Di qui s'intende la ragione, per cui l'aria umida e calda, riesce micidiale agli animali ed alle piante. Internandovisi ella con impeto straordinario, non solamente sfianca e rilascia le loro parti, ma le distrugge eziandio, e le dispone alla corruzione, siccome scorgiamo avvenir tuttogiorno (349).

1026. Quantunque non possa concepirsi sì di leggeri d'onde derivi la sproporzionata differenza tra il momento d'un volume di acqua calda, e quello del volume medesimo ridotto in vapore, tuttavolta però po-

(348) Nella pignatta papiniana non è altrimenti il vapore che penetri le ossa e le corna, e le riduca in perfetta gelatina; ma è l'acqua stessa di cui è empiuta la pignatta che, ritrovandosi ad una temperatura tanto elevata senza potersi convertire in vapore, attesa la gran pressione del vaso, diventa atta a produrre gli effetti suindicati. L'azione dunque dei vapori in questo caso non ha luogo; ma tutto anzi tende a dimostrare che la pressione forte mette un ostacolo onde l'acqua non si svapori, o in altri termini, onde non si possa combinare con tutto il calorico che le è necessario per prendere lo stato aeriforme (vedi nota 334).

(349) A questo proposito importa moltissimo il considerare la nota 52.

potranno farci strada a concepirlo in parte le seguenti considerazioni. E' cosa dimostrata (ed il celebre Galilei fu il primo a rintracciarlo), che dividendosi un corpo in qualsivoglia numero di parti simili, la massa rimane sempre la medesima; ma la superficie si aumenta in ragione della radice cubica del numero delle dette parti; talmentechè se un globo di qualunque materia si divida in altri 64 piccioli globi, la superficie di tutti questi sarà quattro volte maggiore della superficie del globo grande; giacchè la radice cubica di 64 è 4. Se altri voglia dunque supporre, che un dato volume di acqua risoluta in vapori venga suddivisa con ciò in un milione di piccioli globetti acquosi, la sua superficie si accrescerà cento volte, ch'è la radice cubica di un milione (350). E poichè l'azione de' fluidi contro le resistenze cresce in ragione della superficie di quelle (qualora la massa resti sempre la medesima); per ragione che quanto è maggiore la detta superficie, tanto si aumenta eziandio il numero delle parti del fluido che la debbono contrastare; l'azione del fuoco, ch'è certamente il primo, e forse l'unico tra i fluidi, sarà dunque cento volte maggiore sul divisato milione di particelle vaporose di quel che lo sia contro il volume di acqua, da cui si son quelle generate: e questa maggioranza di azione crescerà semprepiù, a proporzione che le dette particelle si andranno suddividendo in parti minori (351). Questa è parimente la ragione, per cui il vento, il quale non è

 atto

(350) Per non fermarsi a discutere ipotesi che non hanno alcuna relazione coll'aumento di volume che prende l'acqua, aumento che non è dovuto che alla sua combinazione con un altro corpo cioè col calorico (il che costituisce un composto di due sostanze, e non un aumento di superficie e di volume di una medesima sostanza divisa e suddivisa) rimetteremo il lettore alle note 30 e seg.

(351) Vedi nota 350.

atto a muover dal lor luogo delle grosse travi, de' gran massi di pietra, oppur de' pezzi di metalli, li trasporta poi via con grandissima facilità qualora sono ridotti in picciole strisce, in polvere, o in fina limatura. Questa verità applicata con giudizio apre la strada all' intelligenza di moltissimi fenomeni ed effetti particolari (352).

## ARTICOLO III.

### *Della natura e delle proprietà dell' Acqua ridotta in diaccio.*

1027. È noto a chicchessia, che l'acqua pura esposta a un certo grado di freddo convertesi in diaccio. I Fisici più giudiziosi son d'opinione esser questo veramente lo stato naturale dell'acqua (353); e quindi che la sua fluidità sia uno stato violento, cagionato dalla interposizione del fuoco elementare, ossia della materia del calore, siccome avvien ne' metalli qualora son fusi (354). Su questa idea dir si potrebbe con ugual

(352) E perchè omettere in un caso sì importante qualcheduna di siffatte applicazioni? (vedi nota 350)

(353) Se lo stato naturale di un corpo è quello che compete unicamente a se stesso, indipendentemente da qualunque altro, è certo che lo stato naturale dell'acqua è solido, giacchè lo stato della sua liquidità è dovuto ad un altro corpo *sui generis*, cioè al calorico, il cui esistere, o non esistere in essa dipende affatto da cause accidentali, e non essenziali. La base dunque di ciò che noi chiamiamo acqua, è dimostrativamente di sua natura solida, come lo è, ben considerate le cose, di tutti gli altri corpi fluidi della natura, astrazione fatta dal calorico, da cui unicamente ripeter si deve il loro stato di liquidità e fluidità aeriforme (vedi note 6, 22, e seg.).

(354) Se si può chiamare stato violento lo stato di combinazione per affinità fra due corpi, noi diremo coll'Autore che il diaccio è in uno stato violento formando l'acqua, atteso l'essersi combi-

gual ragione, che lo stato naturale del mercurio, dell' olio, e di tutti gli altri fluidi, sia quello di solidità; essendo ormai dimostrato, che il mercurio stesso, non altrimenti che gl' indicati fluidi, deve la sua fluidità al rapportato principio (355).

1028. Per ben concepire la natura e la qualità del diaccio, uopo è badare attentamente a' fenomeni della congelazione, ed alle condizioni manifeste, che l' accompagnano nell' atto che si produce. Esponendo all' aria aperta, la cui temperatura sia a' 23 gradi del termometro di Farenheit, una bottiglia di vetro dilicato, guernita di lungo collo, e ripiena in parte di acqua, è ovvio il vedere che nell' atto ch' ella cominciasi ad addiacciare, s' innalza alquanto lungo il collo del vaso, e dopo pochissimo tempo scende di bel nuovo, e ponsi in riposo. Dopo un breve tratto vedesi ella montar su un' altra volta, e si addiaccia, convertendosi in una infinità di piccioli aghi piatti, inclinati l' uno all' altro in angoli di 60, oppur di 120 gradi, e disposti alla guisa di varie ramificazioni, od anche di piume. Alcuni credono doversi da ciò argomentare, che nel primo istante addensate in qualche modo dal freddo le pareti della bottiglia, e premuto perciò il fluido in essa contenuto, vien egli necessariamente costretto a montar su pel collo di quella; ma siccome il freddo che ha penetrato la bottiglia, internandosi poscia nell' acqua, produce quivi il medesimo effetto di addensarla, vien quella tosto obbligata a discendere. Dal che deducono eziandio esser l' acqua alquanto compressibile in forza del freddo, non ostante che non sia ella suscettibile di condensazione in forza di altri mezzi (§. 998): ciocchè è stato anche provato dal sig. Canton. La celere nuova salita dell' acqua

 vien

binato col calorico; ma realmente noi non pensiamo così (vedi note 6 e 352).

(355) Vedi note 6 e seg.

vien da essi attribuita ad una specie di effervescenza che ivi succede, sì per l'introduzione di alcune particelle straniere, onde si promove la congelazione, sì ancora per l'attuale sviluppo del fuoco che in virtù di quelle si produce. La verità si è, che nel passaggio de' corpi dallo stato di fluidità a quello di solidità vi è sempre sviluppo di calore (§. 1017): perciò l'acqua s'innalza nell'atto che si agghiaccia. Dissipato quindi un tal calore, ella si abbassa: e se poi si rialza di bel nuovo, ciò deriva in parte dall'aria, la quale sprigionata dalle sue particelle, aggruppasi qua e là nella massa del diaccio.

1029. Riducendo ad esame le differenti opinioni proposte da' Fisici sulla formazione del diaccio, non ve n'ha che due, le quali sembrano plausibili; conciossiachè pare che la divisata operazione della natura non possa effettuarsi, che in uno di questi due modi.

1030. Può darsi in primo luogo, che il fuoco elementare, ossia la materia del calore sparsa per ogni dove, sia per qualsivoglia ragione diminuita nell'aria circostante ad una massa di acqua. Attesa la natural tendenza, ch'ella ha di mettersi in equilibrio, ossia di abbandonare que' luoghi, ov'è sovrabbondante, per occupare quegli altri che ne sono sprovveduti, dovrà necessariamente seguirne, che sottraendosi ella in qualche parte all'acqua, ov'era appiattata, passerà nell'aria adiacente, che ne contiene di meno. E siccome l'interposizione delle sue particelle tra gli elementi dell'acqua è la cagione principalissima della fluidità di questa (§. 1027); dee quindi accadere che le sue particelle liberate in buona parte da quell'attivo principio, ond'erano costantemente disgiunte; e ponendo in esercizio la natia loro attrazione scambievole, debbonsi approssimare l'una all'altra; e tenendosi strettamente unite fra loro, debbono formare così un corpo solido e consistente.

1031. Questa è l'opinione del dottissimo Boerhaave, se-

seguita poscia da un gran numero di Fisici. E a dir vero, a primo lancio sembra ella naturalissima e consentanea al vero: il male si è, che non si può ella conciliare in verun modo con una numerosa serie di fatti e fenomeni, che non mai vanno scompagnati dalla congelazione. Abbiam di sopra osservato (§.1028), che nell'atto che l'acqua si congela, il suo volume si dilata considerabilmente, giacchè monta ella con moto celere su pel collo della bottiglia: e l'esperienza ci fa concordemente scorgere, che il diaccio è specificamente più leggeto dell'acqua, onde si forma; essendo il peso dell'uno a quello dell'altra come 8 a 9 a un di presso. Un gran numero d'altri esperimenti, cui riferiremo più innanzi, ci confermano lo stesso; e fra gli altri quello dell'Accademia del Cimento, il quale fu praticato con un globo d'oro, che potea liberamente passare per un anello d'ottone, che lo abbracciava esattamente. Riempiuto egli di acqua, che fu poscia addiacciata, si dilatò al segno di non poter più attraversare l'anello anzidetto. Ed è anche vero, che il diaccio si forma più raro a misura che il freddo, che lo produce, è più intenso e di più lunga durata. Or come mai potrebbe ciò accadere, se l'acqua si addensasse nell'atto che gela, giusta l'opinione di Boerhaave? Si sono taluni avvisati di dire, che l'espansione dell'acqua in tempo che gela, e la leggerezza del diaccio a fronte dell'acqua, derivano unicamente dall'aria che si vede frapposta alla guisa di tante bolle tra le parti del diaccio. Questo però è un bel dire; sapendosi per esperienza, che la divisata leggerezza del diaccio sussiste tuttavia quantunque l'acqua si spogli interamente dell'aria prima di farsi addiacciare, oppur si addiacci nel recipiente voto della macchina pneumatica. Di fatti riesce egli allora più compatto, e vedesi del tutto scevro dalle accennate bolle. Vero è però, che il suo peso specifico in tal caso è a quello dell'acqua come 21 a 22; ma ciò non fa nul-

la; imperciocchè dovrebbe egli necessariamente superare quello dell'acqua, posta la verità dell'accennata opinione (356).

1032. Si aggiugne a tutto ciò una folla di osservazioni, le quali ci rendono sicuri, che parecchie volte in varj luoghi non siegue la congelazione dell'acqua nè

(356) L'investigazione della causa che opera tutti i fenomeni della congelazione dell'acqua, ha fino al giorno d'oggi occupato ed interessato tutti i Fisici. Non furono però che ipotesi le loro opinioni sopra questo proposito, e quindi la causa vera rimane ignota tuttora.

Abbiamo fiducia di averla rinvenuta. Essa è puntellata dalla sperienza, nè ha d'uopo d'ipotesi o supposizione alcuna. Questa nota avrà soltanto per iscopo di dimostrare, a senso di quanto ha finora introdotto l'Autore, perchè diacciandosi l'acqua, vi sia tanto aumento di volume, tante bolle, tanta minorazione di gravità specifica, e sviluppo di calore nel diacciarsi; perchè l'acqua esposta al voto o all'ebollizione dia diaccio più compatto, avente meno bolle, ec. Porremo alcuni principj di fatto, onde rendere a tutti chiare le conseguenze.

I. Perchè una data quantità di diaccio alla temperatura di zero possa convertirsi in corpo liquido o in acqua alla temperatura zero, si vuole tanto calorico, quanto basterebbe ad innalzare la temperatura di una egual quantità di acqua da zero a 60 gradi. Questo principio che non fu da noi ancora numericamente dimostrato, risulta dell'ultima evidenza allorchè si mescoli una libbra di diaccio a zero, ed una libbra di acqua calda a 60 gradi; il liquore che prontamente ne risulta, si ritrova alla temperatura di zero.

II. L'acqua ha particolarmente una grande affinità coll'aria vitale, ne attrae dall'atmosfera una buona porzione separandosi dal gas azoto, ed è tale questa affinità, che l'aria combinandosi coll'acqua, perde gran parte del suo calorico di sopraccomposizione, ed entra nell'acqua in istato di somma densità (vedi nota 28).

III. Minorandosi e togliendosi affatto il peso dell'atmosfera sopra l'acqua, o assoggettandosi ad una temperatura di 80 gradi sopra la congelazione, ch'è quella dell'acqua bollente, l'acqua ritiene sempre in combinazione per affinità una data porzione d'aria.

IV. Il calorico combinandosi co' corpi, accresce il loro volume, minorandone la densità. Ciò posto come dimostrato per esperienza, ne

nè in tempo che il termometro è al grado 32 della scala di Farenheit, ossia al punto del gelo, nè quando

---

ne segue. I. Dunque l'acqua ad ogni temperatura sopra il gelo è composta, 1. di diaccio a zero, 2. del calorico necessario per ricondurre il diacciò da zero, allo stato di liquidità a zero che sono i 60 gradi enunziati, e che non sono sensibili al termometro, 3. del calorico sensibile al termometro sopra zero, 4. di aria vitale (forse anche miscugliata con poco gas azoto) combinata coll'acqua in istato di somma densità. II. Dunque l'acqua può cedere fino alla temperatura zero il calorico di sopraccomposizione che inalza la sua temperatura sopra zero, minorando soltanto di volume, senza che l'acqua cessi di rimaner fluida, come si riscontra di fatto. III. Dunque nell'atto che l'acqua a zero perde la sua fluidità e diventa solida o diaccio, perde tutti in una volta i 60 gradi di calorico che le sono tutti 60 intrinseci al suo stato di fluidità alla temperatura zero. IV. Dunque il momento della congelazione sarà marcato da uno sviluppo certo di calorico; come avviene di fatto per esperienza. V. Dunque in questo sviluppo di calorico, concorrendo anche nello stesso momento lo svolgimento dell'aria che l'acqua conteneva altamente condensata o spogliata di calorico, quest'aria si riprenderà quella quantità di calorico, che le è necessaria per esistere isolata alla temperatura e pressione in cui si ritrova. VI. Dunque un minimo volume d'aria in combinazione coll'acqua nello stato di densità somma in cui si ritrova, può divenire grandissimo, ripigliandosi il calorico, perduto nel momento che si è combinato coll'acqua. VII. Dunque le bolle di quest'aria, intorno a tutte, o ad una parte delle quali il diaccio si serra, debbono rendere questo diaccio specificamente più leggero dell'acqua. VIII. Dunque l'acqua da cui si sarà tratta una gran parte dell'aria sia coll'ebollizione, sia col togliersi i pesi comprimenti, darà un diaccio più compatto, con meno bolle, ec. come avviene di fatto. IX. Dunque potendo la congelazione di una data quantità di acqua farsi gradatamente, e potendo secondo le varie circostanze sortir dall'acqua più o meno dell'aria, che riprende il calorico perduto, ne segue che fino a tanto che l'acqua non è interamente gelata, vi possono essere varie alternative di aumento e diminuzione di volume nell'acqua che si gela; come avviene di fatto. X. Dunque in ogni caso di congelazione dell'acqua non posso-

do è egli al disotto. (357); laddove in altri tempi si suole ella addiacciare con grado di freddo assai minore; cioè a dire quando il divisato termometro segna soltanto 41 gradi, ed in taluni siti ne' gran calori del-

sono sortire, e rendersi sensibili per qualunque siasi delicata sperienza tutti i 60 gradi di temperatura, o di calorico atto a determinarla; poichè una porzione di questo calorico rimane combinato coll'aria densa che dall'acqua si svolge nell'atto della congelazione, come si rileva di fatto. XI. Dunque spogliandosi l'acqua, se fosse possibile, per mezzo della temperatura, o del togliersi la pressione sopra di essa, di tutta l'aria che contiene in combinazione, e dei 60 gradi di calorico che sono indispensabili allo stato della sua liquidità a zero, ne seguirebbe rigorosamente, ciò che avviene a tutti i corpi della natura, di essere essa più grave nello stato di solidità, che in quello di liquidità. XII. Dunque è dimostrato che unicamente si debbono alla poca, o molta quantità di aria densa che in combinazione si ritrova coll'acqua, ed all'aumento grandissimo di volume ch'essa acquista ripigliandosi il perduto calorico, nell'atto che questo calorico si svolge dall'acqua che diventa solida, tutti i fin qui riportati fenomeni che la congelazione dell'acqua ci presenta.

Per liberar l'acqua da tutta l'aria, vi si vogliono de' corpi che abbiano più affinità coll'acqua, che questa coll'aria, ed allora l'acqua si presenta affatto senza bolle e molto densa, come la si riscontra nella cristallizzazione de' sali, ec.

Questi pochi cenni fondati sulla sperienza, serviranno per ispiegare con grandissima facilità tutti i fenomeni avvenire che la congelazione ci presenta.

(357) Il fenomeno che tanto spesso accade, che l'acqua cioè non si gela quantunque esposta a 6, 8 gradi sotto la congelazione, è tutto dovuto allo stato di perfetta quiete in cui si ritrova quest' acqua, o dal non essere questa in contatto coll'aria esterna che deve levarle il calorico. Ciò deve tanto meno sorprendere, quantochè ci è noto che l'agitazione facilita la combinazione di due sostanze affini, e lo sviluppo di una terza che non è affine colle due. Per convincersi di ciò, basta prendere alla temperatura di 6, od 8 gradi sotto il gelo un vaso chiuso di acqua che per la quiete perfetta siasi conservata liquida; e lentamente versandosi, si scorgerà che invece di acqua si verserà diaccio; ma come, nel diacciarsi quest' acqua

della state (358). Rapporta il signor de Luc, che una picciola quantità di acqua ben purgata dall' aria dentro di un matraccio, ovesia allogato nel tempo stesso un termometro, può concepire un freddo di gran lunga superiore a quello della congelazione ordinaria senza che geli. Gli è riuscito in fatti di tener l' acqua, nelle anzidette circostanze, raffreddata fino a far discendere il mercurio nell' indicato termometro al grado 14 di Farenheit senzachè si fosse gelata, non ostante di averla tenuta in tale stato durante lo spazio di parecchi giorni (359). Ma se rimanendo le cose così, pongasi a contatto coll' acqua un pezzettino di diaccio, vedesi immantinente gelarne una porzione. Sono stato io stesso testimonio oculare della gran copia di diaccio, il quale si forma in tempo de' calori eccessivi nella famosa Grotta della Franca Contea, parte delle cui acque mi fu riferito esser del tutto digelate e correnti in tempo d' inverno. Or non è pos-

---

acqua, deve svolgersi il calorico ch' era essenziale al suo stato di liquidità, così si vedrà la temperatura ascendere dai 6 gradi circa in cui si trovava sotto lo zero, fino al zero; il che mostrerà distintamente lo sviluppo del calorico suindicato (vedi nota 356).

(358) Chi avrà fatto bene attenzione alla congelazione parziale dell' acqua, o in seno all' atmosfera, o in qualche altro luogo, troverà sempre esser ella prodotta da un rapido passaggio per affinità del calorico di quest' acqua ne' corpi circostanti. La scarica del fluido elettrico accumulato che passa in un corpo affine, porta seco sempre una copia immensa di calorico, e fa sovente che una quantità di acqua contenuta in una nuvola, ec. si condensi e si geli all' istante.

(359) Dietro ai principj da noi posti alla nota 356, si renderà facilissimo il concepire, perchè l' acqua da cui siasi estratta pressochè tutta l' aria, debba essere più difficile a gelarsi di quella da cui l' aria non siasi estratta. Eccone la ragione. L' aria combinandosi naturalmente per affinità coll' acqua, perde, come si è detto, una gran porzione del suo calorico; e quindi a misura che l' acqua si avvicina allo stato di solidità, cioè allo stato di non poter più tenere in combinazione quest' aria cotanto densa, essa fa

possibile di poter ragionevolmente sostenere a fronte di tali fatti l' opinion di Boerhaave; imperciocchè non è seguito il gelo quando l'aria adiacente all'acqua era molto sprovveduta di calore; e si è poscia prodotto ne' casi, ch'ella ne conteneva a dovizia (360).

1033. Ponete sopra un fuoco vivace un vaso alquanto largo, ripieno di neve pesta mescolata con sale; indi immergete in quella un altro vaso con entro dell' acqua. Non mancherà giammai di accadere, che la neve disciolta dalla forza del fuoco addiacci l' acqua contenuta nel vaso sovrastante: ed una tal congelazione sarà più pronta e più notabile, a misura che la neve e il sale saran disciolti con maggior prontezza, e conseguentemente a proporzione che il fuoco sarà più efficace ed attivo. Or egli è certo, che qui non siegue la congelazione perchè l' acqua resta priva della sua dose naturale di calore per trasfonderlo nella neve sottoposta; imperciocchè la medesima impregnasi abbondantemente delle particelle ignee, a cui sovrasta, e che son cagione ch'ella si sciolga. Forz' è dunque supporre, che le particelle saline, che il fuoco sviluppa dal vaso inferiore nell'atto dello scioglimento della neve, internandosi nell'acqua del vaso di sopra, la facciano convertire in diaccio (361).

1034. Queste ed altre simili considerazioni, che per bre-

fa degli sforzi per riprendersi il calorico perduto, e viene ad aiutare, ne' momenti vicini alla congelazione, la separazione dall'acqua del calorico essenziale allo stato di fluidità della stessa. Quell' acqua dunque da cui si sarà ad arte estratta anticipatamente quest' aria, dovrà sofferire una maggior difficoltà a gelarsi in proporzione alla minorazione della causa attraente il calorico essenziale allo stato di fluidità dell'acqua, cioè si gelerà con più difficoltà, quanto meno conterrà di aria che faccia degli sforzi per levargli il calorico (vedi note 356 e 358).

(360) Vedi note 357 e 358.

(361) Se si porrà sopra al fuoco un vaso contenente della neve pu-

brevità si tralasciano, hanno dato origine alla seconda opinione, la quale attribuisce la formazione del diaccio principalmente ad alcune particelle, che in certi determinati tempi, ed in alcuni dati luoghi dominano nell'aria; le quali essendo sottilissime ed acute alla guisa di tanti aghi, s'insinuano agevolmente tra le parti dell'acqua, con cui hanno una grandissima affinità. Fanno esse quivi l'uffizio di altrettante zeppe, le quali cacciando fuori efficacemente le particelle del fuoco elementare ivi contenute, mercè di una specie di effervescenza che vi producono; e fissando in certo modo le particelle dell'acqua, fan sì, che le medesime mantengansi fra se ristrette ed immobili, e formino così un corpo solido e consistente. Per ciò che riguarda la natura delle indicate particelle, le quali per l'uso che hanno, soglionsi chiamar *frigorifiche*, il più sensato sentimento si è, che sieno di natura salina, accostantesi a quella del nitro (362).

1035.

pura, la temperatura dell'acqua che ne risulta, si manterrà sempre a zero, fino a tanto che si sarà disciolto l'ultimo atomo di neve; poichè tutto il calorico ch'entra, va successivamente a convertire in corpo liquido la neve, e ciò fino a tanto che sia interamente tutta affatto disciolta. Qualunque vaso dunque che fosse immerso in questa neve, soffrirebbe fino al totale discioglimento di essa una temperatura al gelo, poichè sarebbe costretto di cedere egli stesso alla neve che si gela, del proprio calorico finchè tutta si fosse disciolta. Un miscuglio poi di neve e sale determinano una temperatura di otto, dieci gradi sotto il gelo. Questo miscuglio attrae per conseguenza con più forza da tutte le parti il calorico circostante; e mentre una parte ne somministra il fuoco sottoposto al vaso, una parte ne somministra l'acqua contenuta nel vaso immerso, e quindi l'acqua si gela, mentre agisce il fuoco.

Questa è la cagione unica del riportato fenomeno, ed abbiamo fiducia che il giovane non darà retta ad azione alcuna dipendente dal passaggio di sostanze saline nell'acqua contenuta nel vaso; il che ci getterebbe anche in questo proposito nel caos (vedi note antecedenti).

(362) Ti prego, o lettore, di condannare all'obblio tutti questi

1035. Questa supposizione, che vien vigorosamente difesa dal dotto Musschenbroek e da altri Fisici di gran nome, apre la strada a poter agevolmente comprendere onde avvengano i dichiarati fenomeni, i quali riescono inintelligibili nel sentimento opposto. A tenor di essa, la massa d'acqua gelata debbesi espandere sì per l'indicato sviluppo del calore (§. 1028), sì ancora per cagione de' sottilissimi spigoletti, che alla guisa di tante zeppe s'insinuano in gran numero tra le sue particelle. E se in taluni luoghi non gela essendo il termometro di Farenheit al grado 32; laddove in altri l'acqua si addiaccia nel gran calor della state; ciò siegue perchè in quelli v'è scarsezza di particelle frigorifiche, e in questi ve n'è a dovizia. Se si ha a prestar fede alle osservazioni rapportate da Gmelino, Frezier, Tournefort, e da altri Naturalisti, que' tali luoghi, ove sogliono avvenire gli strani fenomeni accennati, abbondano realmente di particelle nitrose. Possono elleno però esser trasportate da' venti da un luogo in un altro; e veggiamo in fatti talvolta, che un vento improvviso è attissimo a produrre un gelo inaspettato (363).

1036. Questa opinione acquista maggior forza dall' osservarsi alla giornata, che l'acqua si addiaccia immediatamente [...]

sti principj ipotetici, ed a considerar le note antecedenti; mentre è certo che in natura non si debbono ammettere altre cause che quelle che sono dimostrativamente necessarie onde ispiegare i fenomeni ch'essa presenta. Nel nostro caso dunque ciò ch'è certo, si è che l'acqua pura, meno i 60 gradi di temperatura o di calorico relativo che le sono necessarj per mantenersi nello stato liquido alla temperatura di zero, forma diaccio, neve, grandine, ec. alla temperatura di zero; e che diaccio, neve, grandine, ec. alla temperatura di zero, più i detti 60 gradi di calorico, fanno viceversa l'acqua a zero del termometro, che poscia diventa progressivamente più calda in proporzione della quantità di calorico che vi si aggiugne, ec. (vedi note 356 e seg.).

(363) Un dato vento potrebbe benissimo essere atto a produrre un gelo inaspettato, qualora quella porzione d'aria che si ritrova agi-

mediatamente qualor trovasi circondata da neve mescolata con sale; e che il diaccio fassi più prontamente, e divien più duro, a misura che la dose del sale è maggiore; o anche corrispondentemente alla diversa natura de' sali che si mischiano colla neve. Oltreachè l'esperimento rapportato nel §. 1033 riguardar si dee come una delle massime prove di questo istesso sentimento. Che poi le supposte particelle frigorifiche possano realmente esistere nell'atmosfera, apparisce manifestamente da ciò che si è detto nel §. 657, e nelle Lezioni sul Gas (364).

1037. Quantunque neppur questo sentimento vada affatto scevro dalle sue difficoltà, alcune delle quali non sono dispregevoli a verun patto, sembra però più ragionevole del primo; e la spiegazione de' fenomeni riesce eziandio assai più soddisfacente. Egli è tuttavia manifesto, che non abbiamo ancora de' lumi certi re-

---

agitata, fosse in uno stato di somma affinità per l'acqua. La grande evaporazione che allora si promoverebbe nell'acqua sopra a cui corresse questo vento, e quindi il grado sommo di freddo ch'essa soffrirebbe pel calorico che sarebbe costretta di cedere, potrebbe farne gelare una data quantità in pochissimo tempo; giacchè si sa che la evaporazione dell'acqua non si fa che a spese del calorico de' corpi circostanti. Per assicurarsi di ciò con tutta la chiarezza, basta riflettere che se s'immerga una palletta piena d'acqua (fatta alla guisa di termometro ed involta in un pannolino) nell'etere solforico, e poscia, tirata dall'etere, si agiti nell'aria velocemente, e si rinnovi varie volte questa immersione, agitandola sempre nell'aria stessa, allora la pronta evaporazione dell'etere di cui è imbevuto il pannolino, si fa prontamente, a spese particolarmente del calorico dell'acqua contenuta nella palla, la quale in un momento si trova gelata, e più presto nel mese di luglio, che di gennaio. Come ognun vede, qui non entrano nè spigoletti, nè particelle frigorifiche, nè nitri, ec. (vedi note 356, 358, e 362, ec.).

(364) Vedi note 6 e 362.

relativamente alla cagion produttrice della congelazione (365).

1038. Abbiam ragionato di sopra dell'espansione del diaccio. Direm qui qualche cosa intorno alla forza di siffatta espansione. Nella serie dell'esperienze praticate dall'Accademia del Cimento relativamente alla natura del diaccio, furon fatti crepare in forza di esso e vasi di vetro, e vasi di metallo di più sorte. Le caraffe di vetro piene d'acqua, ed otturate, soglion tutte crepolarsi quante volte l'acqua vi si addiaccia al di dentro. Giusta un calcolo fatto da' nominati illustri Accademici, la qualità di acqua addiacciatasi entro un globo di metallo del diametro di un pollice, avea una forza espansiva equivalente a 27720 libbre. E' celebre l'esperimento di Hugenio, il quale avendo ripiena d'acqua una canna d'archibuso, serrata poscia col mezzo d'una salda vite, e con piombo fuso sovrapposto; ed avendola esposta al freddo d'un' asprissima notte d'inverno nell'anno 1667; ritrovò essere stato sì violento l'impeto, onde l'acqua si dilatò convertendosi in diaccio, che la canna ne fu infranta notabilmente con uno scoppio sensibilissimo. Lo stesso avvenne ad un'altra canna della grossezza di un pollice, siccome trovasi registrato nella storia dell'Accademia delle Scienze di Parigi. Narrano i viaggiatori della Lapponia, che i sughi degli alberi gelati si espandono quivi con tal forza in tempo d'inverno, che li fendono talora in più parti con uno scoppio violento. Questa gran forza espansiva, la quale squarcia e distrugge le fibre e i vasi de' vegetabili e degli animali, è la poderosa ragione, per cui parecchi alberi soglion perire negl'inverni assai rigidi e copiosi di geli, e talune membra dilicate son guaste ed attaccate dalla gangrena ne' paesi assai freddi (366).

1039.

(365) Vedi note 6 ed antecedenti.

(366) Quanto non è mai semplice, dietro ai principj da noi posti alla nota 356, la spiegazione di tutti questi fenomeni!

1039. E' tale la forza di coerenza, onde le parti del diaccio tengonsi insiem congiunte, che un diaccio di quattro in cinque pollici di doppiezza ne' paesi del Nord è capace di sostenere un numeroso corpo di truppe: su quelli di un piede possono scorrervi senza verun pericolo, e carri e carrozze. V' è il fiume serpentino in *Hyde Park* presso Londra, su cui, addiacciato che sia, vanno a slisciare ogni anno centinaia di persone alla volta, le quali per puro diletto, e con maestria somma, derivata da un lungo esercizio, rimanendo ritte in piedi, guerniti di un ferro in forma della carena di una barca, o van facendo varie sorte di carole, oppur vi fanno delle lunghe corse con una rapidità indicibile, emula veramente del volo degli uccelli. Nell' Olanda, ove son frequentissime le acque addiac-



L'aria, come si è detto, nel combinarsi per affinità coll'acqua si riduce ad un picciolissimo volume, come già consta dall'esperienza, e perde per conseguenza una gran parte del suo calorico di sopraccomposizione. Quindi, pel gran freddo, cessando l'acqua di esser fluida, abbandona quest'aria, ed il calorico con cui era combinata nello stato di liquidità; svolgendosi dunque quest'aria, riprende di nuovo il calorico che aveva perduto, e ch'era combinato coll'acqua stessa in istato di liquidità, e quindi acquista il volume confacente alla pressione e temperatura in cui si trova, e diventa atta, essendo chiusa, a premere con forza poderosa. Ciò deve tanto meno sorprendere, quantochè si sa che se l'aria fosse unicamente combinata coll'acqua in uno stato di densità eguale alla metà della densità dell'acqua stessa, allorchè quest'aria riprendesse il suo calorico e volume perduto, vi vorrebbe per ridurla alla detta densità una forza meccanica forse assai maggiore di centomila libbre. Ecco dunque la causa semplicissima di tutti gli effetti straordinarj che la congelazione dell'acqua in vasi chiusi ci presenta; e quindi non sarà strano il vedere talvolta che un masso grandissimo di pietra si spezzi esposto ad una freddissima temperatura atta a poter congelar l'acqua che si ritrovasse interposta nella sua sostanza; e ciò per l'unica ragione dell' accresciutosi volume dell'aria che si svolge, e ch'era combinata nell' acqua per affinità in istato di somma densità (vedi note 346 e seg.).

ciate, che racchiuse entro a canali sporgonsi deliziosamente dall'una all'altra città, soglionsi fare de' lunghi viaggi nel modo divisato ; e il famoso Algarorri narra ne' suoi *Viaggi di Russia* , stampati in Livorno nel 1784, che Pietro il Grande, spirando i gran venti di Est ed Ouest , soleva andare e tornare a vela sul ghiaccio del *Neva* da Pietroburgo a Cronstadt su di una slitta tagliata a guisa di schifo. Ho veduto io stesso, durante un affannoso caldo del mese di luglio, de' massi liberi di granito d'enorme grandezza , staccatisi naturalmente da' vicini monti, esser francamente sostenuti dalle portentose *ghiacciaie* ( che son montagne altissime degli Svizzeri e della Savoia , ricoperte di ghiaccio, che non si fonde giammai ), con qualche centinaio di piramidi di gelo d'un'altezza incredibile, accavallate a ridosso, e torreggianti: e non vo' lasciar di dire , che gli altri monti vicini , senza eccettuar neppur quelli che formavano la stessa catena , n'eran del tutto sgombri, e bellamente vestiti di fresche piante e di alberi sempre verdi . Finalmente per colmo delle prove della gran durezza del diaccio basterà rapportare, che nell'anno 1740 essendovi stato in Pietroburgo un freddo intensissimo, formaronsi cannoni di diaccio, i quali caricati a palla, e quindi sparati, furon capaci di resistere all'esplosion della polve , che spinse la detta palla a forar per traverso una tavola doppia due pollici, in distanza di sessanta passi . Merita di esser letta su di questo particolare la descrizione pubblicata dal signor Graaf sì del gran palagio di diaccio ivi edificato nel detto anno, che de' mentovati cannoni ch' eran collocati sul fronte di quello . E' da notarsi però , che non tutti i diacci hanno la medesima durezza, dipendendo quella dal vario grado di freddo, dalla qualità de' siti e delle acque, e da altre simili circostanze (367).

1040.

(367) Ognuno comprenderà di leggeri, dopo le cose anteceden-te-

1040. Sembrerà forse una chimera a taluni, che l' acqua svapori anche nello stato di diaccio. Eppure l' esperienza ce lo rende manifestissimo; imperciocchè oltre allo scorgersi ad occhio nudo, che i vapori se ne staccano, e si elevano a guisa di fumo, trovasi egli diminuito di peso sensibilmente dopo il tratto di alcune ore. Cospira similmente a dimostrarlo l' elegante sperienza del signor de Saussure, il quale avendo messo un pezzo di diaccio in un vaso di vetro chiuso, in una temperatura d'aria più fredda di quella della congelazione, e del tutto secca, rinvenne che l' evaporazione di esso fu sì sensibile, che non solo produsse dell' alterazione nell' igrometro, ch' era nel tempo stesso racchiuso in quel vaso, ma si rendè discernibile col manometro, per essersi accresciuta l' elasticità di quella massa d' aria per virtù degl' indicati vapori (§. 1018). Vuolsi aggiugnere a tutto ciò, che lo svaporamento del diaccio è al massimo grado nell' istante preciso, in cui egli si forma, per cagion che le particelle del fuoco, le quali sviluppansi da esso in

 quell'

temente esposte, che la diversa densità e durezza che il diaccio presenta, dipendono dalla maggiore, o minor quantità di aria ch' esso contiene; giacchè le bolle di questa quanto più si ritrovano spesse e grandi, tanto più rompono la continuità di coesione del diaccio stesso. I diacci quindi che formansi ne' gran laghi, fiumi, ec. che formansi sempre alla superficie delle acque ed a piccioli o successivi strati, debbono essere durissimi in confronto di tutti gli altri che non si formano in tal modo; poichè così formandosi i primi, possono a grado a grado scaricare per disotto quasi tutta l' aria che nella congelazione si sviluppa senza ch' essa sia sforzata a notabilmente riagire; cosa che, come ognun vede, non può assolutamente ottenersi in un vaso, o in un luogo ristretto qualunque, ove quest' aria non possa scaricarsi che per disopra, oppur sia costretta di riagire con forza dal fondo dell' acqua stessa ond' essere necessariamente chiusa nell' atto stesso della congelazione.

Dalla facilità dunque con cui l' acqua, gelandosi, potrà scaricarsi dell' aria, ne risulterà unicamente la varia densità e durezza che il diaccio in date circostanze ci presenta (vedi note 356 e seg.).

quell'istante, portano via secoloro un copioso numero di particelle vaporose (368).

1041. Ma dato per vero, che lo svaporamento venga originato dal fuoco, come si è stabilito dianzi (§. 1012); vi sarà dunque del fuoco nel diaccio? Sì bene ch'egli vi esiste: e per rendervene sicuri, usate questo espediente. Immergete la palla d'un termometro nella neve; e quando il mercurio sarà disceso al grado 32, ch'è la temperatura del gelo in quello di Farenheit, gettate sulla neve un paio d'once di spirito di nitro: produrrà egli nell'istante un maggior grado di freddo, che farà discender sensibilmente il mercurio: e se dopo di ciò vi piacerà di rifonderne successivamente, il freddo diverrà talvolta così eccessivo, che farà abbassare il mercurio per quaranta gradi al disotto de' 32, ossia del punto della congelazione. Se dunque può prodursi nel diaccio un freddo assai maggiore di quello ch'egli aver suole d'ordinario, ciò indica troppo manifestamente non esser egli del tutto sprovveduto di calore, giacchè in altro caso sarebbe incapace di raffreddarsi maggiormente (369). Il vedere inol-

(368) L'aria secca ha una grande affinità ad ogni temperatura, come si è detto alla nota 21, per l'acqua anche in istato di solidità.

Quest'affinità dell'aria per l'acqua è tale, che molti sali si lasciano togliere perfino la loro acqua di cristallizzazione, ch'è combinata chimicamente colla stessa sostanza salina.

L'aria agendo sulla superficie di questi corpi, ne porta via a grado a grado insensibilmente una porzione che prende tosto, combinandosi con essa, lo stato aeriforme. Il diaccio poi è al certo nel massimo grado di svaporazione, allorchè si forma, poichè in quell'istante l'affinità dell'aria si ritrova anche aiutata dal calorico che dall'acqua si separa nell'atto della congelazione (vedi note 356 e seg.).

(369) Il freddo che in questo caso si eccita, non dipende nè dal diaccio nè dallo spirito di nitro, ma dal composto di diaccio e spirito di nitro che ne risulta. Il diaccio non può passare allo stato liquido che mercè una data quantità di calorico. Lo spirito di

inoltre, che un disco di diaccio, stropicciato nel modo ordinario alla guisa d' una macchina elettrica, dà delle vive scintille di fuoco, conferma la medesima verità con grandissima evidenza (370).

1042. Merita d'essere inserita in questo Articolo la bella esperienza del sig. de Morveau, relativa all'affinità prodigiosa, che ha il diaccio col mercurio. Prendasi una piastra di diaccio di figura rotonda, del diametro di due pollici e mezzo; ed attaccato un picciolo uncino, per via di mastice, alla faccia superiore di quello, sospendasi al braccio di una bilancia sensibile, e si equilibri con pesi pendenti dal braccio opposto. Se in tale stato di cose farassi egli alquanto discendere, sicchè la sua faccia inferiore giunga a toccare la superficie del mercurio contenuto in un vaso, sarà tale la forza di aderenza ch' egli contrarrà col mercurio, che farà d'uopo applicare un peso di circa un' oncia ed un quarto, all'opposto braccio della bilancia per

G 3 po-

di nitro dunque disciogliendo il diaccio, è costretto di cedere il suo calorico ad esso, ed allora il tutto che ne risulta, acquista una capacità tanto maggiore per contenere il calorico, quanto cresce l'intensità del freddo che ne risulta. Non è egli dimostrato che una libbra di acqua quasi bollente, cioè ad una temperatura di 60 gradi, disciogliendo una sola libbra di diaccio alla temperatura di zero, acquista essa pure la temperatura zero? Dopo ciò cosa c'è dunque di strano, se lo spirito di nitro impiegato ch'è ad una temperatura tanto minore dei 60 gradi dia un liquore assai più freddo del liquore suespresso, disciogliendo una quantità del medesimo diaccio?

In questo proposito non havvi altro assolutamente a dire, ed ogni altro ragionamento è falso ( vedi note 6, 320, 376 e seg. ).

(370) Qui vuol l'Autore che gli effetti che produce il disco di diaccio come corpo duro, secco, ed idioelettrico analogo affatto al disco di cristallo, vengano dal fuoco fissato nel diaccio; il che stabilirebbe che il fuoco elettrico viene dal disco di cristallo piuttosto che essere attratto per affinità, per mezzo de' corpi idioelettrici, da' corpi ambienti, dall'atmosfera, ec. Il che sarebbe assurdo.

poternelo distaccare. E poichè anche messo un tale apparecchio sotto il recipiente di macchina pneumatica votato d'aria fino al massimo grado possibile, richiedesi esattamente lo stesso peso di prima per poterli separare l'un dall'altro; chiaro si scorge che nella produzione di siffatto fenomeno non ci ha menoma parte l'atmosfera; e quindi ch'egli deriva immediatamente dalla forza di attrazione che vedesi ampiamente regnare in tutta la Natura. Il qui dichiarato esperimento aggiugne maggior forza a tutto ciò che si è da noi proposto nell'Articolo VI della prima Lezione.

1043. L'ultima considerazione che ci resta a fare concernente il diaccio, si è quella che i fenomeni della congelazione sono del tutto analoghi a quelli che ci presenta la cristallizzazione de' sali. Quindi è, che l'acqua scorgesi gelar lentamente ne' vasi chiusi, ed accelerarsi la congelazione, e talvolta prodursi in un istante, tostochè esponesi ella al contatto dell'aria libera. Una lieve e dolce agitazione promuove in simil guisa la formazione del diaccio, non altrimenti che veggiamo succedere nella cristallizzazione de' sali. Le quali cose chiaramente ci additano, ch'entrambe coteste operazioni della Natura sono assolutamente della medesima indole (371).

1044. Riepilogando le cose dichiarate intorno all'acqua nel corso di questa Lezione, apparisce assai mani-

(371) Nell'atto della congelazione dell'acqua tre cause concorrono, ond'essa si converta in diaccio.

I. La perdita del calorico per mezzo de' corpi ambienti. II. L'attrazione ch'esercita l'aria condensata esistente nell'acqua per riprendersi il perduto calorico. III. L'attrazione reciproca delle molecole dell'acqua. Nella cristallizzazione de' sali havvene due, la perdita del calorico, e l'attrazione fra loro delle molecole del sale. La dolce agitazione nell'uno e nell'altro caso non fa che presentare maggior numero di superficie all'aria esterna e a' corpi ambienti, e quindi facilita nei due casi l'uscita del calorico dal liquore (vedi note 356, 357 e seg.).

nifestamente esser ella un agente poderosissimo in qualunque stato che mai si ritrovi. Consideratela come un fluido: la vedrete abbatter salde muraglie, diroccar ponti, rompere argini, portar via alberi d'immensa mole; e vincendo qualunque sorta di ostacolo, farsi strada dappertutto, e guadagnar sempre terreno. S'è nello stato di vapore, abbiam già veduto che non v'ha cosa al mondo, la quale sia valevole a frenarne la violenza (§. 1020 *e segu.*). Se finalmente si riguarda nello stato di congelazione, le cose riferite nel §. 1038 sono sufficientissime a farci comprendere quanto sia grande e formidabile il suo potere. Or chi mai immaginar potrebbe esser ella capace della menoma parte di questa sua efficacia in vederla cheta e tranquilla nel fondo d'una palude!

1045. Gli usi e i vantaggi dell'acqua sono sì ovvj, ch'è inutile il rammentarli. Il massimo fra tutti è quello di servire di veicolo, atto ad introdurre ogni sorta di nudrimento nella sostanza de' vegetabili, e nel corpo degli animali. L'acqua più leggera si reputa comunemente la più salubre per l'ordinaria nostra bevanda. A norma di questa regola dovrebbero preferirsi l'acqua distillata, e quella di neve, come altresì quella che filtrasi ne' pozzi attraversando una estension di terreno. L'esperienza però contraria questa massima: l'acqua di neve riesce insalubre; e quella di pozzo è cruda e grave sullo stomaco. L'acqua distillata contrae un gusto dispiacevole per cagion del flogisto, di cui si carica nell'atto della distillazione (372), e quan-



(372) Ancora flogisto! L'odore che contraer potesse qualche volta l'acqua mercè la distillazione, dipende da qualche corpicciuolo che si attacca e si abbrucia nel fondo del limbicco.

Se anche l'acqua distillata e scevra da ogni odore riesce pesante allo stomaco e difficile a passare, ciò avviene per l'aria che perde al calore della distillazione. Volendosi ch'essa divenga ottima, conviene agitarla nel modo che si pratica facendosi la limo-

e quand'anche ciò non seguisse, suol ella esser sciapita per cagion dell'aria che se n'estrae mercè della distillazione. Vero è però, che agitandola fortemente all'aria libera, la ripiglia ella di bel nuovo, e rendesi con ciò fresca e piacevole. La miglior acqua per bere è quella che facilmente bolle, e colla stessa facilità si raffredda, producendo nel tempo stesso sul palato un certo senso di somma mobilità nelle sue particelle. Diasi dunque la preferenza all'acqua di fontana quando sia pura, ed a quella di pioggia, specialmente quando sia stata lungo tempo nelle conserve, ove depone le materie straniere, di cui si è caricata nel discender dalle nubi per lo traverso dell'atmosfera. E' questo un punto di grande importanza, trattandosi di cosa, di cui ne facciamo un uso continuo, ed in gran copia, talchè le sue cattive qualità aver debbono una grande influenza sul nostro individuo (373).

## ARTICOLO IV.

*Delle Acque minerali, e d'altra particolar natura.*

1046. L'acqua dolce, ossia l'acqua pura, scorrendo lungamente per entro alle viscere della Terra, ed incontrando quivi delle sostanze saline, dello zolfo, del vetriolo marziale, del ferro, degli acidi, degli alcali, delle terre, ed altre simili sostanze, si combina con quelle, le scioglie, e se ne impregna; e costituisce in tal modo quelle che diconsi *Acque minerali*, di cui abbonda moltissimo questo nostro paese. Talune di esse pas-

monata, onde riprenda l'aria perduta. In tal modo perde anche l'odore empireumatico, se lo avesse contratto.

(373) La migliore acqua per gli usi della vita e delle arti è quella che scorre sopra fondi renosi e quarzosi, e ch'è in contatto

passando per luoghi sovrapposti a fuochi sotterranei, oppure a siti, ove si fanno delle scomposizioni ed effervescenze spontanee ( siccome dal solo contatto dell'acqua, o dell'aria, avvien nelle piriti ), concepiscono un certo grado di calore, emulo talune volte di quello dell'acqua bollente. Queste diconsi propriamente *Acque ternali*, di cui ne abbiamo anche noi in Ischla, a Baia, ed altrove. Altre finalmente abbondar sogliono di gas mofetico combinato con altri principj, come si è già detto (§. 825); e diconsi *Acque acidole*. Tutte però chiamansi generalmente *Acque medicinali*, a motivo della loro grandissima efficacia nella guarigione di varie malattie.

1047. Vi sono de' metodi attissimi a poter analizzare codeste acque, ossia a poter iscuoprire quali sono i principj stranieri, onde sono imbevute, ed in qual dose ne contengano. Riduconsi siffatti metodi ( lasciando da parte il gusto e l'odorato, mercè di cui possono agevolmente rilevarsi alcune sorte di principj in esse esistenti; come sono lo zolfo, gli acidi, ec. ) alla scomposizione delle dette acque col mezzo *dello svaporamento*, oppur *colla distillazione*; ed alla scomposizione per via di *reattivi*, ossia di quelle sostanze, le quali versate nell'acqua, alterano nell'istante il lor colore e la loro trasparenza, e son capaci di precipitare le materie eterogenee in esse disciolte, e quindi di far conoscere la lor natura. L'infusione di galle, per esempio, versata su di un'acqua che in se contenga del ferro, ovver del vetriolo marziale, produce tosto un color nero più o men fosco, a misura che la quantità de' detti principj è più, o meno abbondante. Lo spirito volatile di sale ammoniaco produce immediatamente il color blù quando venga gettato in un' acqua che in se contenga del rame. Lo sciroppo di vio-

lo coll'aria esterna. Quella per conseguenza che scorre, o attraversa gessi, creta, marmi, ec. è più, o meno impura e nociva.

viole prende il color verde quando sia mescolato con un'acqua che in se contenga una terra assorbente. L'alcali volatile fa divenir lattiginose quelle acque, in cui vi sia disciolto il sal marino, ovvero la selenite ch'è una specie di sal neutro, formato dall'unione dell'acido vitriolico con qualunque terra calcarea; e così del rimanente, per cui uopo è ricorrere ai libri de'Chimici, e particolarmente alla detta Dissertazione di Bergman intorno all'*Analisi delle Acque* (374). Direm qui soltanto, che ad onta de'laboriosi e ripetuti sforzi di tanti Chimici illustri, non abbiamo ancora de'risultati certissimi, e del tutto soddisfacenti, relativamente all'analisi di quelle acque, che diconsi medicinali. E' questo un travaglio difficilissimo ed immenso, il quale richiede una infinità di lumi, ed una pazienza non ordinaria in colui che dee eseguirlo. E quand'anche vi concorrano tutte le riferite condizioni, non si può neppure esser sicuro del risultato, sì perchè le chimiche operazioni, a cui si assoggettano le dette acque per poterle analizzare, son valevoli talvolta ad alterarle, ed a produrvi de' cangiamenti; sì ancora perchè i medesimi venir possono originati dalle scosse, che quelle ricevono ne' trasporti, od anche dallo stare per qualche tempo in riposo; dall'esposizione all'aria; dal differente stato delle viscere della terra in diversi tempi; e da altre molte cagioni di somigliante natura. Quindi è, che molto ragionevolmen-

te

(374) Sopra questo argomento, appunto, difficilissimo a ben trattarsi in note con quella estensione che converrebbe, onde presentare le idee necessarie soltanto ad assicurarsi delle principali sostanze che contener potessero l'acque minerali, e pochissimo importante d'altronde alla fisica sperimentale; lasceremo correre i pochi cenni che ne fa l'Autore, onde non moltiplicare senza utilità le nostre note. Un modello per procedere a qualunque analisi di acqua minerale esiste nell'opera, *Analise Chimique de l'eau sulfureuse d'Enghien*, del sig. Fourcroy. Parigi 1788.

te fu asserito dal diligentissimo Bergman, che l'analisi esatta delle acque è uno de' problemi più difficili, che abbia la Chimica.

1048. Tra le acque minerali annoverar si possono giustamente quelle del mare e de' fonti salsi, la cui quantità è senza dubbio superiore a quella delle acque dolci. La loro salsedine deriva dalle varie sostanze ch' esse tengono costantemente in dissoluzione; essendosi rintracciato mercè dell'analisi chimica, ch' esse abbondano di sal comune (ch' è il più copioso); di sal marino a base terrea; di sal di Glaubero; di sale d' Epsom, ossia amaro; e di selenite. E poichè tra i detti sali ve ne sono alcuni, i quali son dotati di una grande amarezza, come sono il sal di Glaubero, quello di Epsom, ed il marino a base terrea; ne addiviene poi, che l'acqua del mare oltre all'esser salsa è parimente amara. Egli è dunque un grand'errore il credere, che siffatta amarezza derivi da una porzion di bitume che non si è mai rinvenuto in essa esistente ne' varj tentativi fatti da' Chimici più illustri. V' ha ciò non ostante chi crede ritrovarsi almeno nell'acqua marina una specie di bitume assai tenue e leggero, da cui fassi derivare la sua qualità nauseosa.

1049. E' osservazione ripetuta da molti, che l'acqua del mare è più salsa ne' paesi caldi, che ne' freddi; più in tempo di state, che d'inverno; più verso il fondo, che presso alla superficie; come altresì a norma de' varj siti anche dello stesso clima: generalmente parlando però la quantità di sal comune in essa contenuta montar suole al 4 per 100; vale a dire, che in ogni cento libbre d'acqua contengonsi quattro libbre di sale. Quindi è, che qualora si fa ella svaporare in forza del calor del sole, raccogliesi costantemente una data quantità di sale. Questo è il metodo ordinario, onde si ricava il sal comune, o marino che dir si voglia. Fassi entrare l'acqua marina entro a certe chiuse spalmate di argilla, e collocate lungo il lido, sicchè

chè le riempia fino ad una cert'altezza: indi facendola svaporare ne' grandi calori di estate, ottiensi il sale cristallizzato in forma di picciolì cubi insieme aggruppati. Facendo poscia svaporare sul fuoco il rimanente dell'acqua, vengonsi ad ottenere il sal di Glaubero, quello di Epsom, e gli altri principj accennati di sopra (§. 1048).

1050. L'acqua del mare si gela costantemente ne' paesi che si avvicinano ai Poli. Il valoroso capitano Phipps, di cui or ora farem menzione di bel nuovo, ci attesta di averlo ritrovato coperto di un diaccio alto 21 piedi nella latitudine boreale di 80 gradi e mezzo. L'immortale Cook avendo diretto il suo corso verso entrambi i Poli ne' suoi diversi viaggi intorno al mondo, non potè innoltrarsi se non di poco al di là de' 71 gradi, per cagione dell'orrido ghiaccio, che presentò d'ogni intorno una barriera insuperabile al suo cammino, e nel tempo stesso all'importante oggetto de' suoi desiderj. Il diaccio, che risulta dall' acqua marina, è interamente, o presso che dolce. L' acqua che rimane scemata di quella quantità d' acqua dolce, dee farsi svaporar meno per ottener del sale: e questo è il mezzo, di cui si servono talvolta i popoli del Settentrione per abbreviare la detta operazione (§. 1049).

1051. La copia considerabile di materie eterogenee, che in se contiene l'acqua del mare (§. 1048), la rende più pesante dell'acqua dolce; dimanierachè un piede cubico d'acqua marina pesa sempre circa due libbre di più di un ugual volume d'acqua pura (§. 1004). Quindi ne addiviene che le barche caricate nel mare profondano di vantaggio entro ai fiumi, corrispondentemente a ciò che si è altrove insegnato (§. 588); cosicchè una barca caricata a ribocco potrebbe correr rischio di affondarsi nel passar dal mare in un fiume.

1052. E' cosa ormai troppo nota, che l'acqua mari-

rina può raddolcirsi agevolmente col mezzo della semplice distillazione, e rendersi tale, che non sia affatto distinguibile dall'acqua dolce di fontana distillata. Dopo tanti diversi metodi praticati per codesta operazione, il testè riferito vien riputato generalmente il più semplice, il più eseguibile, il meno dispendioso, e il più efficace. I Francesi e gl'Inglesi se ne sono serviti con profitto in diversi loro viaggi all'Indie orientali, ed altrove. Il metodo però non è nuovo, essendo stato praticato da parecchi ne' secoli scorsi. E' degna di esser consultata la Memoria del sig. Poissonier tra quelle dell'Accademia delle Scienze di Parigi, ove dà egli la descrizione di un'ottima macchina da se inventata per tal uopo, insiem col metodo di farne uso; come altresì il *Viaggio del capitano Phipps verso il Polo Boreale*. Cotesto insigne viaggiatore, che impedito da orridi immensi diacci non potè innoltrarsi al di là del grado 81 $\frac{1}{2}$ di latitudine, ci dà nell'indicato suo libro la descrizione d'una macchina molto agevole per raddolcire l'acqua marina, immaginata dal dottor Irwing. In altro ella non consiste, salvochè in un tubo di latta, il quale si può applicare alla guisa di un coverchio alle ordinarie caldaie di cucina, ove por si dee l'acqua di mare. Si eleva egli verticalmente per poco, indi piegandosi ad angolo retto, si estende orizzontalmente per circa cinque piedi: la sua forma è conica, avendo il diametro di cinque pollici nella sua base, e di tre nella sua estremità orizzontale. Basta cuoprire di tratto in tratto siffatto tubo con un panno bagnato nell'acqua naturale, acciocchè il vapore sollevato dalla caldaia si condensi immediatamente, e quindi esca fuori per la detta cima orizzontale. Questo è il metodo adottato dalla marina inglese fin dal 1771. Il mentovato capitano, che oggi è *Lord Mulgrave*, ne fece uso felicemente nel detto viaggio. Mi assicurò egli stesso, che l'acqua marina così distillata è affatto dolce, sanissima, piacevole al gu-

sto,

sto, e priva di quell'odore empireumatico, ch'è inseparabile dall'acqua distillata con altri metodi, ove si è fatt'uso della creta, delle ossa calcinate, o d'altri simili sostanze, mescolate coll'acqua marina. Oltrechè la quantità di acqua, che si ottiene, è abbondantissima, avendone egli ricavato 40 *galloni* per giorno, ossia 160 bottiglie. La falsa idea che l'acqua del mare in sè contenesse una porzion di bitume assai tenace (§. 1048), avea fatto generalmente credere, che non si potesse ella raddolcire senza mescolarvi le sostanze indicate di sopra, atte ad assorbire il preteso bitume; non ostante che fosse ovvio il riflettere, che lo svaporamento del mare prodotto cotidianamente dal semplice calor del sole, genera dell'acqua dolce, che sciolta indi in pioggia, somministra l'ordinaria bevanda a tutti gli animali.

1053. Talune acque sogliono essere impregnate di sostanze terree di differente qualità, e natura, le quali nell'atto che l'acqua, da cui sono sciolte, filtrasi a traverso di qualche masso di pietra, oppur di terra, si approssimano tra di loro, finattantochè spogliate interamente del loro veicolo, e rimaste affatto a secco, attraggonsi scambievolmente con tanto vigore, che vengono a formare un corpo duro e consistente, che dicesi *Stalattite*. Filtransi esse d'ordinario a goccia a goccia nelle grotte sotterranee, ed in altri simili luoghi; e queste gocce rimanendo sovrapposte di mano in mano alle loro antecedenti alla guisa de' diacciuoli, formano finalmente un gruppo, che imitar suole d'ordinario i rami di un albero, un ceppo di funghi, una mammella, o altre simili bizzarre figure. Talvolta le parti terree associate coll'acqua vengono deposte nell'atto che quella scorre, su sterpi di piante, su massi di pietra, o altre sostanze, in cui s'imbattono per cammino; e cuoprendole tutt'intorno, vi formano una specie di crosta, che dicesi *Incrostazione*. Le acque di Tivoli, quelle di Abano nel Padovano,

e quel-

e quelle de' bagni a s. Filippo presso di Radicofani, per non mentovarne delle altre, somministrano de' vaghi esempj di questa sorta di produzioni. Le ultime specialmente sono sì belle, che possono gareggiare col marmo bianco in genere di candidezza: e poichè sono elleno nel tempo stesso bastantemente dure, un ingegnoso soggetto ha ritrovato il mezzo di far sì, che le dette acque depongano la loro terra su varie forme, rappresentanti de' ritratti, o altre figure; dimanierachè formansi in tal guisa de' bellissimi quadretti a basso rilievo, di cui abbondano soprattutto Roma e Firenze.

1054. Con un meccanismo alquanto simile a quello che si è esposto nell'antecedente paragrafo, si esiegue parimente la petrificazione de' legni, de' pesci, delle conchiglie, e di tanti altri corpi marini, che ritrovar si sogliono in gran copia in tutto il sen della Terra, senza eccettuarne neppur quello delle montagne più alte. I sughi petrificanti che regnano sotterra, investendo le accennate sostanze, scompongono le parti di quelle; e passando ad occupare il lor luogo, vi si modellano in modo, che non ne alterano punto la forma. E poichè siffatti sughi trovansi impregnati or di parti calcaree, or di spatose, or di silicee; talvolta di gesso, di piriti, ec., ne dee per necessità avvenire, che le sostanze suddette convertansi in pietra, in spato, in selce, in gesso, ed in materia d'altra natura, siccome può osservarsi nella ricchissima serie, ch'io serbo nel mio gabinetto di Storia naturale.

## ARTICOLO V.

### *Dell' Origine de' Fonti.*

1055. Dopo di aver esaminata la natura e le proprietà dell'acqua, uopo è dar brevemente un passo più oltre per rintracciar l'origine di quelle sorgenti, per

cui

cui scaturendo ella a dovizia dal sen della Terra, arricchisce a larga mano la superficie di quella di fontane, di rivoli, di fiumi, e di laghi. Sarebbe questa per verità una ricerca assai oscura e difficile, se i moderni Naturalisti, messe da parte quelle fantastiche idee, cui suggerir suole in simili casi una viva e feconda immaginazione, non avessero attentamente esaminato tutto ciò che la Natura medesima offre loro per rispetto a questo punto.

1056. Da siffatte osservazioni adunque par che risulti in un modo evidentissimo, che gl' immensi vapori che costantemente si sollevano dalle acque che inondan la Terra, risoluti in piogge ed in nevi, oppure addensati sulle cime de' monti, parte scorron giù immediatamente lungo il declive lor dorso, e parte penetrano e s' internano nelle viscere de' medesimi, finattantochè imbattendosi in uno strato petroso, oppur cretaceo, che loro vieta di poter penetrare più addentro, allogansi quivi come in un serbatoio; e trasudando poscia lateralmente per gli strati terrei, arenacei, oppur ghiaiosi a quello sovrapposti, scaturiscono dal monte in forma di rivi. V' ha parimente di codeste acque, le quali formando de' vasti laghi su delle vallate circondate da' monti, vanno di là scorrendo fil filo per le montagne e per le valli sottoposte, e danno in tal guisa l'origine a' fiumi, o almeno forniscon loro dell' acqua perenne; siccome ho veduto addivenire nelle Alpi sulla cima del gran s. Bernardo. I fiumi così formati van tutti poscia a metter foce nel mare; ed in tal guisa veggonsi soggette le acque ad una perpetua e non mai interrotta circolazione.

1057. Questa opinione, che trovasi accennata da Aristotele come adottata a' tempi suoi da alcuni savj della Grecia; e ch'è seguita oggigiorno da quasi tutti i moderni, trovasi fortemente garantita dalle prove, che qui sieguono. 1. Risulta da tutte le osservazioni praticate negli scavi sotterranei d' ogni sorta, e d' ogni

d'ogni paese, che le acque, le quali incontrar si sogliòn sotterra, non ascendono giammai, ma veggonsi sempre discender dall'alto verso il piano sottoposto. 2 Non v'ha nè rivo, nè fiume, il quale veggasi scaturire dalle alte cime de' monti, ma sorgono tutti indistintamente dal dorso, oppur dalle falde di quelli: e se mai avvien talora, che un ruscello qualunque prenda la sua origine manifesta dalla vetta d'una montagna, vi si trova sempre a fianco un altro monte più alto, che lo sorpassa e lo domina. 3. Non s'incontra giammai veruna scaturigine d'acqua nè dalle falde, nè dal dorso di quelle montagne, le quali son tutte formate o di strati terricci ed arenosi, i quali lasciano trapassar l'acqua nelle profonde viscere della Terra; oppur di viva pietra, o d'altra materia ugualmente dura, per entro a cui non può l'acqua trapelare nell'interno di esso monte. 4 Non v'ha alcuno de' gran fiumi, il quale sgorghi orgoglioso, e ricco d'acqua, dal luogo, ove nasce: il Reno, il Danubio, il Rodano, il Po, ed altri fiumi reali, non sono in origine, che piccioli rivoletti, i quali uscendo dagli screpoli di montagne, oppur scaturendo da qualche sassoso burrone, ricevono impaccio da' minuti sassolini, che gli fanno talora deviar dal loro corso: avvalorati poscia cammin facendo da altri simili ruscelli, che moltissimi di numero, si vanno unendo e comunicando di mano in mano, gonfiano a poco a poco le loro acque, finattantochè rendutesi quelle copiose e violente, sprezzano orgogliose le sponde e gli argini i fermi, quasichè rendute scevre da quel freno, cui abitualmente loro impone la Natura. Taluni di essi dopo di aver corso pel tratto di più centinaja di leghe, divengono gonfj ad un segno, che rassomigliansi, sarei per dire, ad un picciolo Oceano, prima di metter foce nel mare. 5 Tutt'i gran fiumi prendon l'origine da luoghi abbondantissimi di piogge, oppur di nevi; e quelli son maggiori, i cui paesi ne sogliono abbon-

dar maggiormente; siccome ce ne dan l'esempio il Nilo, il Gange, il Nero, l'Oronocco, il fiume delle Amazzoni, quel della Plata, ed altri molti, parecchi de' quali son renduti orgogliosissimi dagl' immensi rovesci di piogge che cader sogliono d'ordinario sotto la Zona torrida. 6 Finalmente la maggior parte de' fiumi veggonsi abbondantissimi d'acque in tempo d'inverno, e bassi, oppur secchi l'estate: e se mai ve n' ha taluni, i quali s'ingrossano da maggio in poi, e scemansi di bel nuovo nel cominciar di settembre, ciò accade sicuramente per ragion delle nevi, le quali essendo doviziosissime in que' tali luoghi, vengono disciolte in una immensa copia di acque dal gran calor della state.

1058. Basta l'aver viaggiato con occhio di curioso osservatore pei monti dell'Elvezia, per le Alpi, e per altri paesi montagnosi, per rimaner convinto da' fatti della verità della qui dichiarata opinione. Non ho mai provato un piacere più sensibile e penetrante, quanto nel mio passaggio da Berna a Ginevra; e di là al gran s. Bernardo a traverso della Savoia. Oltre alle portentose e vaghissime scene, cui la Natura quasi superba delle sue ricchezze offre quivi ad ogni tratto ai suoi contemplatori; è ovvio il rinconrrare ad ogni ora de' piccioli rivoletti, che stillando fil filo dalla china di un colle, oppur trasudando lentamente dal cupo di un'orrida balza che gli cela, veggonsi brancolar sulle prime su di un misero letticciuolo di ghiaia, oppur di arena. Avanzando poscia di mano in mano, cominciansi a mescolar colle acque di altri piccioli rivi, le quali cadendo giù separatamente da numerosi screpoli di varj monti, vanno tutte in ultimo a concorrere in un rivolo solo. Coll'aggiunzione continua di varie acque, mormorando tra gli sterminati massi di macigni, che per forza de' diacci (§. 1038), o per le ingiurie del tempo, sogliono distaccare da' monti, guadagnano finalmente la pianura, ove distendono maesto-

stosamente il lor letto ; talmentechè durava fatica a persuadermi talvolta, che quel fiume, la cui violenza facea tremare sensibilmente il ponte ch' io varcava, era quell' istesso che poche leghe all' indietro giugneva a mala pena a cuoprire la gorbia del mio bastone.

1059. Nè vale il dire che le acque piovane non sono sufficienti a somministrare quell' immensa copia di acque, cui vediamo scorrer di continuo per lo sterminato numero de' fiumi e de' fonti, che inondan la Terra. Egli è cosa dimostrata mercè le laboriose e diligenti osservazioni de' signori Perrault, Mariotte, Sedilò, e de la Hire, confermate poscia da Vallisnieri, e da altri illustri Naturalisti, che la quantità delle acque piovane supera di gran lunga quella che scorre pe' fiumi. Il calcolo è stato istituito col misurare la quantità dell' acqua piovana, che suole in ogni anno cader sulla Francia, e quella che nel tratto di un anno viene a scorrer pei fiumi dello stesso paese. Si sa di certo, per esempio, col mezzo degli ordinarj pluviometri, che la quantità mezzana di pioggia che innaffia annualmente la Francia, ascende a circa 20 pollici; che val lo stesso che dire, che se la pioggia non s' internasse dentro la terra, o non si disperdesse in veruna guisa, basterebbe ad allagar la Francia fino all' altezza di 20 pollici. Or la Senna, da cui è attraversato Parigi, in se riceve le acque d' una superficie di terreno di tremila leghe quadrate, le quali, a tenore dell' osservazione anzidetta, raccolgono in un anno una tale quantità di acqua, che supera per più di sei volte quella che annualmente scorre su per la Senna, come si è dedotto dalle osservazioni fatte da Mariotte sulla quantità ch' ella ne trasporta nello spazio di un' ora. E quand' anche un tal risultato vogliasi scemar di due terzi, pure il residuo sarà sempre doppio delle acque della Senna. Questo calcolo potendosi istituire colla medesima facilità su gli altri paesi e fiumi della Francia, non altrimenti che sulle altre contra-

trade del globo terracqueo; ci fa manifestamente rilevare la verità avanzata di sopra; cioè a dire, che le acque piovane superando di gran lunga quelle che scorrono pei fiumi. Al che si aggiugne di più, che in altri luoghi della Terra la copia delle acque piovane è maggiore che in Francia; essendo in Italia ed in Germania, di circa 40 pollici in ogni anno; e sotto la Zona Torrida anche di 60: ciocchè serve a compensare la quantità di que' paesi che ne scarseggiano, quando non si voglia supporre che i mentovati luoghi sieno più abbondanti di fiumi, oppur che n' abbiano de' più vasti. Il detto eccesso di acque vien poscia impiegato in abbeverarne gli animali, in nudrimento delle piante, ed in altri cotidiani usi ugualmente necessarj e palesi.

1060. La gran copia de' vapori, d'onde derivan poi le piogge e le nevi, può rilevarsi eziandio dal vedere che un vaso d'acqua qualunque esposto all' aria libera, fatto il compenso del più, e meno, che ne svapora d' estate e d' inverno, come altresì ne' climi diversi, perde un quarto di pollice d'acqua per giorno, e conseguentemente circa 90 pollici l'anno. Or supponendo, anche con isvantaggio, che le acque cuoprano soltanto la metà di questo globo (§. 653); dovranno elleno dar tanta copia di vapori, che risoluti poscia in pioggia ed in nevi; e sparsi parte sul mare, e parte sul continente, dovranno somministrare ad entrambi 45 pollici d'acqua per anno, che a tenore del calcolo proposto (§. 1059), superano di gran lunga la quantità dell'acqua che scorre pe' fiumi.

1061. A fronte di tanta evidenza, e di fatti cotanto decisivi, cosa diranno mai i Cartesiani, i quali negligendo di consultar la natura, e dilettandosi di studiate immaginazioni, voglion supporre che il mare si dirami entro alla terra come il sangue nel corpo degli animali; e che incontrando nel cavo seno de' monti delle immense caverne, venga quivi risoluto in vapori,

ri, quasi come in un lambicco, in virtù del calor centrale; cosicchè raddolcito in siffatto modo, ed elevato sino alle vette di quelle tali montagne, venga poi a filtrarsi, a scorrer giù pel loro sfuggevole dorso, ed a formare de' fiumi? Se la pretesa diramazione del mare è tutta ipotetica, perchè non avvalorata da veruna osservazione: se l'esistenza del supposto fuoco centrale è del tutto chimerica, o almeno destituta di prove: e se le sotterranee caverne della natura di quelle ch' essi immaginano, e ne' siti, ove le credono allogate, non si possono far palesi; qual credito potran giammai incontrare le loro assertive? Oltreachè sono elleno contrariate dalle osservazioni, le quali ci fan vedere, come si è detto (§. 1057), che le acque sotterranee non mai si veggono ascendere. E poi data anche per vera la supposta diramazione del mare, e l'esistenza di que' loro lambicchi, è da riflettersi che il livello del mare, e quello per conseguenza, a cui le acque si eleverebbero dentro le viscere della Terra, è di gran lunga inferiore alle falde della maggior parte de' monti; e quindi molto più al disotto di que' siti, da cui sogliono scaturire parecchi fiumi e fontane: una tal differenza di altezza scorgesi ascender talora a qualche centinaio di piedi. Or com'è dunque possibile, che i vapori possano elevarsi fino a quell'altezza senza condensarsi verso la cima delle immaginate grotte in forza del freddo della Terra, e quindi ricader giù di bel nuovo, siccome accaderebbe ad un lambicco qualora la parte verticale del suo collo, la quale si erge fino alla sua curvatura, fosse alta soverchiamente? Si aggiugne a ciò, che per potersi distillare tanta quantità di acqua, quanta se ne richiede per supplirne a tutt' i fiumi e rivi della Terra, sarebbe assolutamente bisogno, che tutto l'interno del globo venisse formato da siffatte caverne: ciocchè veramente è assai ridicolo a supporsi.

1062. Gioverà finalmente il menar buona a' Cartesia-

ni la circolazion sotterranea del mare ; il fuoco centrale; lo svaporamento dell'acqua in forza di quello ; l'elevazione de' vapori fino al dorso, od anche alla più ripida vetta delle montagne ; e centomila altre stranezze di questa sorta . Ci dicano eglino un poco come mai si può eludere la forza del seguente argomento ? Si è già notato dianzi , che nell' acqua marina vi è il 4 per 100 di sale a un di presso (§. 1049); il quale se ne ricava per mezzo dello svaporamento . Laonde per ogni cento libbre di acqua svaporata rimarrebbero quattro libbre di sale , parte in fondo , e parte nelle pareti de' supposti lambicchi : per conseguenza ogni 25 anni resterebbe ivi ammassata una tal copia di sale, che uguaglierebbe in peso la mole dell' acque che pel tratto di un intero anno vanno scorrendo su per la faccia dell' intero nostro globo . Quantità enormissima! Giusta un calcolo assai ragionato la copia di sale, cui la sola Senna ( ch' è per altro un picciol fiume ) depositerebbe sotterra nello spazio di un anno , ascenderebbe a più di cento milioni di milioni di libbre ; scorrendo per essa 228 milioni di piedi cubici d' acqua in tempo di 24 ore , come fu osservato dal signor Mariotte . E però nel tratto di presso a 6000 anni, dacchè è stato creato il mondo, tutt' i fiumi e fonti della terra avrebbero depositato tanto sale nelle sue viscere, che affaldellatisi gli uni su gli altri quegl' immensi massi alla guisa de' favolosi monti accavallati da' giganti, non solamente avrebbero del tutto riempiute le pretese caverne, ed otturati tutt' i pori , per cui le acque dovrebbonsi filtrare, ma torreggianti più che le montagne stesse, avrebbero occupato a ribocco l' intero seno della Terra, ancorchè si volesse supporre affatto vota al disotto : e il mare all' opposto spogliato in tal guisa del suo sale natio , sarebbe già a quest' ora divenuto dolcissimo.

1063. Queste, e mille altre fondatissime riflessioni che riscontrar si possono o sparse negli Atti e nelle Me-

Memorie delle varie Accademie, oppur mentovate nelle Opere dell' insigne Vallisnieri, fanno abbastanza conoscere l' assurdità e la ridicolezza del dichiarato sistema. Che anzi colla loro fedelissima scorta potrà similmente ravvisarsi la falsità del sentimento di coloro, i quali lasciate da banda le caverne e i lambicchi cartesiani, sostengono nondimeno, che i fonti ed i fiumi debbano la loro origine alle acque del mare, le quali, serpeggiando per entro alla Terra, filtransi a traverso de' suoi pori come per tanti tubi capillati; e spogliandosi così del sale che in se contengono, acquistano il grado di dolcezza, cui ravvisiam tuttogiorno in quelle de' fiumi.



# LEZIONE XXI.

## *Sul Fuoco.*

1064. Recherà stupore a chiunque l'udire che una sostanza sì ovvia e triviale, com'è il fuoco, e nel tempo stesso così efficace ed attiva, trovasi avvolta in tenebre sì dense, e ci è ignota a segno che non la possiamo in verun modo definire (375). E come mai

(375) Se havvi il caso d'intendere qualche cosa in queste Lezioni, ciò deve dipendere dal semplificare possibilmente le idee conformemente a ciò ch'esige la natura della cosa. Cominceremo dunque dal dire, che il fuoco è un essere evidentemente composto di due elementi, l'uno luce, l'altro calorico ossia causa efficiente del calore.

Da questa definizione ne segue necessariamente che l'idea di fuoco porterà seco sempre l'idea di due sensazioni affatto fra di loro diverse, come avviene di fatto, l'una cioè di produrre sopra a' nostri organi la sensazione che noi chiamiamo calore, e l'altra quella di farci scorgere con maggiore, o minor chiarezza gli obbietti circostanti, atteso il frapporsi della luce fra i nostri occhi e gli obbietti che scorgiamo.

Ne seguirà parimente, e sempre per maggiore evidenza di quanto si è detto, che il calorico potrà esistere da se ed indipendentemente dalla luce, producendo soltanto la sensazione che ad esso compete, e così pure potrà esistere da se sola la luce indipendentemente dal calorico, producendo la sola sensazione che pur ad essa appartiene.

Difatti una quantità di corpi caldi non danno alcun indizio di luce, e quindi saremmo altamente ingannati toccandoli, sull'apparenza che non essendo luminosi, non dovessero abbruciare le nostre dita. La luce della luna, per esempio, atta a farci scorgere gli obbietti circostanti, non dà alcun indizio di calore, e così di un'infinità di corpi atti a darci la luce separata dal calorico. Ma come la luce combinata col calorico forma il fuoco, così succede pu-

mai definirla se ad onta de' più gravi sforzi possibili non se ne può investigar la natura! Che anzi a maggior confusione dell'umana superbia non possiamo definirla neppur dagli effetti, per esser eglino del tutto vaghi e incostanti; soggetti ad accompagnarla, oppure a separarsene senza che il fuoco cessi di esser tale (376). Così l'acqua bollente, esempigrazia, scotta, ma

pure nella nostra mente e senza stento alcuno l'idea di proporzioni diverse fra il calorico e la luce nel formare il fuoco; talchè è certo che havvi fuoco con molto calorico e poca luce, e fuoco con assai luce e poco calorico, come la sperienza ricorda in ogni istante, ed in una infinità d'esempj. Noi qui intendiamo di far astrazione da quella minima porzione di calorico che per affinità potesse rimanere aderente in alcuni casi alla luce, e di quella minima porzione di luce che rimanesse aderente in alcuni casi al calorico, giacchè si sa che luce e calorico sono sparsi universalmente, e sono sempre in un contatto fra di loro. Basta che non sieno sensibili a' nostri organi.

In seguito si renderà tutto ciò vieppiù chiaro.

(376) Sarebbe stato assolutamente impossibile al nostro Autore il ben definire il fuoco finattantochè non si fossero considerati nella sua formazione due elementi distintissimi, luce e calorico, le cui proporzioni potendo variare all'infinito, dovevano presentare in ogni circostanza e ad ogni passo fenomeni diversi, e quasi, per così dire, affatto incompatibili fra loro. Volendo noi definire le proprietà dei due componenti il fuoco, non parleremo della natura e delle proprietà particolari della luce, bastando al nostro oggetto la definizione che antecedentemente ne abbiamo data; ma descriveremo invece con ogni possibile brevità i fenomeni che costantemente dipendono dall'azione del calorico, onde, ben concepiti sotto ogni rapporto, poter rigettare od omettere francamente quanto riscontreremo nel cammino di quest'opera.

I. Il calorico è un fluido *sui generis* sparso in grande abbondanza dappertutto. II. E' di sua proprietà il mettersi con più, o meno prontezza in equilibrio co' corpi circostanti. III. A questa proprietà del calorico di passare da un corpo all'altro, o in altri termini, a questo passaggio di calorico da un corpo a noi, o da noi ad un corpo, dobbiamo la sensazione di caldo e di freddo. IV. A questa proprietà stessa dobbiamo la dilatazione e la condensazione dei liquidi con cui formiamo i termometri. V. I termometri sono

ma non abbrucia, nè da verun segno di splendore : il fuoco elettrico risplende, ma non iscotta, nè infiamma

---

sono divisi in parti eguali che si chiamano gradi; questi gradi isolati od uniti costituiscono ciò che noi chiamamo *temperatura*. VI. La temperatura di un corpo è dunque la misura delle dilatazioni dei liquidi impiegati per costituire i termometri. VII. Per conoscere la temperatura reale di un corpo, converrebbe che il termometro fosse costruito di un corpo solido infusibile, e del quale ci fosse noto il momento in cui tutte le sue molecole fossero nel maggior possibile contatto, che sarebbe allora lo zero reale, e da cui partendosi, vi corrispondessero progressivamente eguali le dilatazioni ad eguali quantità di calorico che successivamente ricevesse questo corpo dai corpi circostanti; allora si avrebbe la temperatura di tutti i corpi determinata dall'aumento di questo termometro. Ma siccome il punto da cui noi partiamo per dividere i termometri, non è quello in cui le molecole dei corpi che adoperiamo per la loro costruzione, si tocchino in tutti i punti possibili, così ne segue che i gradi de' nostri termometri non sono che frazioni ignote della temperatura reale, e che per conseguenza nello stato delle nostre cognizioni noi presentiamo un'idea falsissima, dicendo che la temperatura d'un corpo è doppia, tripla, in confronto di quella d' un altro. Il sapere lo zero reale del corpo solido non impedirebbe di ritenere anche lo zero termometrico per contrassegnare il grado di dilatazione, in cui s' arresta, per esempio, il mercurio immerso nel diaccio fondente. VIII. Tutti i corpi della natura possono esser divisi in tre classi, in solidi, in liquidi, ed in fluidi aeriformi. Quasi tutti i corpi della natura possono successivamente passare per l'azione del calorico dall'uno all'altro stato. Il diaccio, l'acqua, ed il vapore ne presentano un esempio, e così, ec. IX. Volendosi innalzare due corpi eguali in peso ed in temperatura, ad un egual numero di gradi di temperatura, vi si vogliono quasi sempre quantità diverse di calorico. Se, per esempio, si vuole una quantità 8 per innalzare una libbra d'acqua da due fino a 60 gradi del termometro a mercurio, non vi vuole che la quantità uno per innalzare degli stessi gradi la stessa quantità in peso di limatura di ferro; dal che appunto si apprende, che ne' diversi corpi eterogenei, eguali in peso e temperatura, vi vogliono quantità diverse di calorico per produrre i medesimi effetti, cioè per produrre l'innalzamento di eguali gradi di temperatura, e che i di-

ma, salvochè in alcune particolari circostanze: e per colmo di tutto la maggior parte delle sostanze tenendo

i diversi corpi ritengono più, o meno ben combinato il calorico colle loro molecole, o in altri termini, che i corpi hanno una diversa *capacità per ammettere fra le loro molecole quantità diverse*. Si è rilevato disopra che quest' affinità, o *capacità* dell' acqua, per esempio è a quella del ferro, come 8 a 1. X. Comunicandosi per conseguenza a corpi diversi eguali in peso quantità eguali di calorico, i loro cangiamenti di temperatura sono in ragione inversa di questa capacità per contenere il calorico. XI. Nel determinare la capacità de' corpi diversi eguali in peso e temperatura per contenere il calorico, si scorge che i risultati di queste comparazioni si allontanano più, o meno l' uno dall' altro secondo che la differenza di gravità specifica fra loro è più, o men grande. XII. Vi sono ne' corpi liquidi e fluidi aeriformi due porzioni diverse di calorico, una combinata perfettamente ed intrinseca alla loro natura, l' altra interposta, aderente per affinità alle molecole de' corpi, e non intrinseca allo stato loro. Ne' corpi solidi havvi quest' ultima quantità di calorico. XIII. Due corpi eguali in peso, o in volume, e ridotti alla stessa temperatura, contengono quantità ineguali di calorico. Questo calorico si chiama calorico specifico; il calorico specifico comprende dunque il calorico combinato ed il calorico interposto; cioè indica tutta la quantità di calorico che contiene un corpo la cui temperatura è determinata comparativamente a quella che contiene un altro corpo eguale in massa, e ridotto alla medesima temperatura; dal che ne segue che il calorico specifico d' un corpo, eguale in massa e temperatura ad un altro, è come il tal numero ad un tal numero. XIV. Da ciò ne segue 1. Che l' espressioni *temperatura*, *capacità*, e *calorico specifico* non sono che denominazioni relative a numeri astratti, che possono servire a stabilir delle relazioni ed a fissare delle misure. 2. Che l' espressioni, calorico combinato, e calorico interposto, possono essere considerate sotto un doppio punto di vista, cioè e come misure, e come maniere di essere del calorico. XV. Le dilatazioni e le condensazioni del mercurio nel termometro sono all' incirca proporzionali in tutti i gradi ( alla pressione di 28 pollici di mercurio ) compresi fra lo zero o termine della congelazione e l' ebollizione, alla quantità di calorico che si comunica. Tanto calorico, cioè, vi vorrà per innalzare il mercurio nel termometro da

do in se avviluppata una gran copia di fuoco, non ma-

2 a 3 gradi, come da 70 a 71. XVI. E' ben lontano però il termometro dall'essere una misura esatta, come si è creduto, del calore dei corpi. Se vogliamo che la parola *calore* esprima la sensazione prodotta dal calorico, è certo che quantunque il termometro indichi eguale la temperatura nel marmo e nel legno, a noi però sembra molto più freddo il primo che il secondo. Se al contrario si ammette la parola *calore* come sinonimo di calorico, allora è certo egualmente che il termometro non indica nè il calorico combinato ne' corpi, nè il calorico interposto o aderente alle melecole, e per conseguenza non indica in verun modo il calorico specifico de' corpi. Il termometro dunque non indica se non se le diversa temperatura de' corpi, cioè se quella d'un corpo sia più, o meno elevata di quella d'un altro dal termine della congelazione del mercurio fino alla sua vaporizzazione. XVII. La capacità di un corpo per contenere il calorico è permanente, quando quantità eguali di calorico innalzano di gradi eguali la temperatura d'un corpo. La capacità poi al contrario dicesi che si accresce, o si diminuisce ne' corpi, se fa d'uopo di comunicare più, o meno di calorico, per ottenere un medesimo effetto vale a dire per innalzare la temperatura di un eguel numero di gradi. Questi saggi sulla permeuenza, o non permanenza delle capacità dei corpi, debbono esser fatti coi termometro a mercurio, la cui capacità, o dilatazione è appunto proporzionale all'incirca alla quantità di calorico che s'introduce. XVIII. Non havvi alcuna sperienza che indichi rigorosamente il cammino delle capacità. Sono esse permanenti o no, finattantochè il corpo cangia di stato? Nello stato attuale di cognizioni in cui siamo, è impossibile il rispondere con rigore, e la negativa sembra fondata sopra maggiore probabilità. In tutta la lunghezza della scala però, che comprende le temperature sopra alle quali si può operare, le capacità non sembrano differire sensibilissimamente. S'intende già finchè il mercurio non cangi di stato nel termometro. XIX. Vi sono due mezzi per determinare le capacità. Il primo consiste a mescolere insieme dei pesi, o dei volumi di sostanze eterogenee, le cui temperature sieno differenti, osservandosi poscia la temperatura del miscuglio che ne risulta. Le temperature sono allora in ragione inversa dei cangiamenti di temperetura. Il secondo consiste a riscaldare dei corpi e chiuderli poscia in un inviluppo di diaccio, raccogliendosi la quantità d'acqua che si è formata. Le capacità sono allora in ragion diretta del-

manifestano veruno de' segni accennati, se non in certe date occorrenze (377).

1065.

della quantità di diaccio fuso, o della quantità d'acqua formata (vedi Lavoisier El. di Chimica, 1792 Venezia). XX. Qualora dal miscuglio di due sostanze eterogenee, eguali in peso, e di temperatura diversa, ne risulti la media aritmetica coincidente colla temperatura loro, allora diciamo che le capacità sono permanenti in que' corpi. Una libbra, per esempio, d'acqua a 40 gradi, miscugliata con una libbra a 80 gradi, dà un composto a 60. Ciò indica che la capacità dell'acqua è permanente dalla temperatura del diaccio che si fonde a quella dell'acqua bollente. XXI. Nello stesso modo se una libbra di acqua a 40 gradi disgela nell'apparato a diaccio sei once di diaccio, e se una libbra a 80 gradi ne disgela una libbra, indica che l'eccesso di temperatura dell'acqua sopra a gelo è come 1 a 2, e quindi la capacità permanente come sopra. XXII. Essendo ineguali le porzioni delle medesime sostanze che si miscugliano, allora non havvi più la coincidenza fra la media aritmetica e la temperatura del miscuglio che indichi la permanenza di capacità, ma è la coincidenza fra la temperatura del miscuglio e la somma dei prodotti delle masse per le temperature, divise per la somma delle masse. XXIII. Essendo permanente la capacità dell'acqua dal gelo fino alla sua vaporizzazione, serve essa utilmente per riconoscere la permanenza, o non permanenza delle altre sostanze entro a' limiti di 80 gradi del termometro di Reaumur. Se una libbra d'acqua, per esempio, a due gradi miscugliata con una libbra di limatura di ferro a 12 gradi dia un miscuglio alla temperatura di 3 gradi, e se presa da un altro lato quest' acqua stessa a 10 gradi, e la limatura a 55, ne risulti il miscuglio a 15 gradi, si potrà conchiudere che la capacità del ferro è permanente fra' termini della congelazione e dell'ebollizione dell'acqua. XXIV. Quando i pesi delle sostanze eterogenee che si comparano, non sono eguali, le capacità fra loro sono in ragion inversa del prodotto dei cangiamenti di temperatura per le masse. Questo rapido sbozzo, appoggiato alla miglior teoria sul proposito, insieme con quanto abbiamo detto alla nota 6, serve per comprendere la connessione che havvi fra il calorico e gli effetti immutabili che ne derivano; nondimeno si renderanno vieppiù distinte l'idee nelle cose avvenire (vedi note antecedenti).

(377) L'acqua bollente non agisce sopra i nostri organi, o sopra

1065. Or poichè siffatte irregolarità, al par di varie altre, che per brevità non si rammentano, sembrano derivare dal vario stato in cui suole il fuoco trovarsi d'ordinario, uopo è, che ci diamo la pena di considerarlo secondo que' tali aspetti diversi; essendo più agevole in tal guisa il poterne indagare le principali ammirevolissime proprietà. Per la qual cosa lo riguarderemo prima di tutto nello stato di combinazione, ossia di *flogisto*; e quindi in quello di libertà, ovvero di *fuoco libero*: ben inteso però, che altro non faremo in così difficili ricerche, se non se andare a tentoni, alla guisa di coloro che nel mezzo di un tenebroso cammino procedono lentamente innanzi colla guida di qualche lume assai incerto e lontano; non essendo affatto possibile, come si è detto, di poter francamente avanzarsi ad indagar la natura di cotesta sostanza, per poterne indi dichiarare le proprietà e gli effetti (378).

## ARTICOLO I.

### *Del Fuoco considerato nello stato di combinazione.*

1066. Renduti sicuri da una serie di molti fatti, che il principio infiammabile trovasi naturalmente combinato

pra ai corpi, che in proporzione degli 80 gradi di calore di cui è capace in istato di liquidità, o in altri termini in proporzione alla quantità di calorico atto ad innalzare la temperatura dell'acqua di 80 gradi. Non risplende perchè non è la luce, ma il calorico quello che la mantiene a tale temperatura. Il fuoco elettrico risplende, scotta, ed abbrucia secondo il grado della sua accumulazione. I corpi combustibili insomma ch'esistono in natura solidi, o liquidi, non tengono mai avviluppato il fuoco ch'è composto di calorico e di luce, ma bensì contengono una qualche porzione di calorico interposto o combinato che non ha peso alcuno sensibile, ed il cui svolgimento da essi non può mai produrre nè fuoco nè luce.

(378) Vedi la nota sopra il flogisto 83, e particolarmente le note 375, 376, e 377.

nato con varie specie di corpi; ove contraendo egli una forte aderenza colle loro parti costitutive, e non manifestando perciò nè la sua volatilità, nè la mobilità, nè finalmente l'elastico potere, entra a comporre la materia di que' tali corpi; ci troviamo nell'assoluta necessità di doverlo distinguere dal principio medesimo qualor sia egli nello stato di piena libertà, capace di manifestare e porre in uso le proprietà indicate, ugualmente che le altre dipendenti da quelle. Per tal fine adunque chiamasi egli *Flogisto*, *Fuoco fisso*, oppur *Fuoco principio*, nel primo stato; e *Fuoco libero* nel secondo: ben inteso però, che in qualunque di cotesti due stati egli si ritrova, la sua intima natura è sempre la medesima; e le differenze non dipendono da altro, se non se dall'unione ch'egli contrae con quelle sostanze, con cui si trova attualmente combinato (379).

1067.

(379) Gli Antichi credevano, come abbiamo detto alla nota 83, che il fuoco che con luce e calore si osserva svolgersi nell'atto della combustione di un corpo, fosse il flogisto stesso o il principio infiammabile pesante, combinato e fissato nel corpo combustibile, che prendesse congedo, divenendo allora fuoco libero. Noi abbiamo dimostrato all'opposto, parlando e del flogisto (nota 83) e della combustione de' corpi (nota 54), che questo fuoco composto di calorico e luce si svolge non dal corpo che arde, ma dal gas ossigeno nell'atto che l'ossigeno più, o meno solido entra nel combustibile che arde, senza del quale ossigeno, che si combini con questo corpo, non può mai effettuarsi una combustione qualunque. E da ciò ne viene che, perchè abbia luogo una combustione qualunque, vi si vuole, come abbiam detto: I. un corpo che abbia una tale affinità coll'ossigeno, onde levarlo alla luce ed al calorico con cui è combinato, che si chiama corpo combustibile: II. l'occorrente di ossigeno, onde questa combinazione abbia luogo. Da tutto ciò parimente ne segue: I. Che nella combustione de'corpi solidi atti ad abbruciarsi, come in essi non havvi che quella qualunque siasi porzione di calorico che non ha alcun peso sen-

1067. E' cagion di destare la più alta meraviglia il riflettere, come mai possa addivenire, che una sostanza sì tenue, sì elastica e sì attiva, com'è il fuoco, atta a disgregare qualunque corpo, stia ritenuta ed inceppata in quelli in modo tale, che non palesi il menomo segno della sua presenza, e non eserciti in meno-

---

sensibile, e ch'è aderente con una data affinità alle loro molecole; così questa è la sola che possa aggiugnersi, nell'atto che si abbruciano, al calorico che dal gas ossigeno si svolge nella combustione, senza che questa picciola porzione di calorico possa mai produrre, o aggiugner luce a quella che si svolge dal gas ossigeno stesso: II. Che nella combustione dei corpi liquidi combustibili, come in essi havvi sempre del calorico combinato in maggior quantità che ne' combustibili solidi, e da cui ripetono appunto lo stato liquido; così possono ben essi aggiugnere al calorico che si svolge dal gas ossigeno, una qualche porzione di più di calorico, di quello che facciano i corpi solidi, ma non mai porzione alcuna di luce. III. Che nella combustione finalmente dei fluidi aeriformi combustibili gas azoto e gas idrogeno, come in essi havvi la quantità massima di calorico in combinazione colla base loro, e come sono essi sotto forma aeriforme, e debbono avere in combinazione, secondo ciò che si è detto alla nota 377, poca, o molta luce; così questi sono i soli combustibili che, abbruciandosi, possono aggiugnere molto calorico e luce al calorico e luce che si svolgono dal gas ossigeno nell'atto della loro combustione; il che sembra manifestamente risultare nella combustione del gas idrogeno.

Per poter poi realmente stabilire che un combustibile solido, o liquido qualunque, abbia somministrato al calorico che si svolge dal gas ossigeno nella combustione, una qualche porzione del calorico proprio, bisognerebbe dimostrare che il prodotto che risulta dalla combustione, contenesse a circostanze eguali meno calorico di quello che conteneva il combustibile abbruciato; ma si scorge all'opposto, che in quasi tutti i corpi che risultano dal combustibili abbruciati, havvi una quantità somma di calorico di più di quello che contenesse il combustibile medesimo, e ciò particolarmente quando dal combustibile solido, o liquido risultano colla combustione fluidi aeriformi, che portano seco una quantità somma del calorico dell'ossigeno stesso, a loro necessario per esistere sotto forma aeri-

nomo grado la poderosa sua efficacia natia (380). Ci offre però la Chimica un notabil numero di fatti, da cui apparisce che parecchie sostanze, le quali di lor natura non sembrano soggette a verun freno, si combinano poi, e si fissano per virtù di un certo grado di affinità ch'esse hanno con altre sostanze d'un' indole particolare. Abbiamo eziandio de' fatti certi, e nel tempo stesso assai ovvj, i quali ci dimostrano, che l'aria, la quale siccome ognun sa, è fluidissima, estremamente mobile ed elastica, contrae un' aderenza sì poderosa co' corpi secchi, che li siegue sin dentro l'acqua; nè se ne può staccare altrimenti, se non che per virtù di un gagliardissimo stropicciamento di un altro corpo bagnato. Ed oltreaciò non abbiam forse veduto nelle Lezioni antecedenti, che le diverse specie di gas trovansi ne' corpi nello stato fisso, non ostante che sieno



aeriforme. Ben considerate dunque le cose antecedentemente esposte e le presenti, risulterà sempre più chiaro: I. Che il corpo solido, o liquido che si abbrucia, toglie al gas ossigeno del calorico in vece di somministrarne del proprio: II. Che la combustione d'un corpo non è che il passaggio dell'ossigeno in questo corpo, nell'atto che si svolge il fuoco, ossia il calorico e la luce insieme combinati che tenevano disciolto quest'ossigeno; dal che ne segue costantemente in ogni combustione aumento di peso del corpo abbruciato, resti esso nello stato solido, o prenda lo stato aeriforme. Ecco a cosa si riduca il flogisto o il principio infiammabile combinato, fissato, pesante, ec. che si ritrova e che si svolge da' corpi (vedi note antecedenti).

(380) Qui si parla de' corpi solidi, e si suppone che il flogisto o il principio infiammabile ne faccia, come si è detto, una parte del loro peso e della loro sostanza, e se ne stia cheto e tranquillo nel corpo; quando in questi corpi, come abbiamo osservato, non entra altrimenti questo flogisto, ma unicamente una porzione di calorico che aderisce per affinità alle loro molecole; che non ha alcun peso; ch'entra ed esce secondo che s'innalza, o si abbassa la temperatura dei corpi circostanti, e che per conseguenza è maggiore o minore secondo che questa temperatura è più, o meno elevata (vedi note 83 375 376 e 379).

essi mobilissimi ed elastici dopo d' esserne sviluppati (381)? Che direm mai del fuoco elettrico, il quale comechè ugualmente mobile, tenue ed attivo che il fuoco comune e la luce, pure si trova nello stato di fissazione in un gran numero di corpi, onde si sprigiona e si ritrae in virtù dello stropicciamento (382)? La luce medesima si fissa ne' fosfori, ne' vegetabili, ed in parecchie altre sostanze, ove dà poi de' segni manifestissimi della sua esistenza (383). La legge d' affinità, o la forza attrattiva, che dir si voglia, è il legame più generale e più fermo, che unisce insieme e congiugne le differenti parti, le quali entrano a formar la materia. Questo adunque esser potrebbe il caso per rapporto al flogisto: e taluni han supposto, che unito egli in tal guisa a qualche specie particolare di materia, passi poi unitamente a quella a combinarsi ne' misti (384).

1068. Or tutte le qui rapportate considerazioni, in union di parecchie altre, cui andrem rammentando ne' luo-

(381) Qui si prende per aria e gas esistenti ne' corpi l'esistenza della base solida di questi gas ne' corpi medesimi. Per ben intender questa verità, vedi la nota 79.

(382) Il fuoco elettrico, che forse non è che una modificazione dello stesso calorico, ha anch'esso dimostrativamente le sue affinità; e quindi viene attratto per mezzo dei corpi idioelettrici atropicciati dai corpi ambienti, ec. e trasmesso ne' corpi naturalmente affini, metallici, o anelettrici.

Il corpo dunque che si stropiccia, potrà ben contenere combinata una data porzione di fluido elettrico ch'è disperso per tutti i corpi della natura, e ciò nella guisa stessa che i corpi contengono il calorico; ma è ben lontano che il fluido elettrico ch'emana dal cristallo, sia tutto combinato con esso. Parlandosi dell'elettricità, si renderà tutto ciò dimostrato (vedi note 376 e seg.).

(383) Abbiamo detto, quali sono i corpi in cui la luce si possa fissare, e quali le condizioni ond'essa si svolga. In tutti gli altri casi in cui si scorga chiarore senza un calore sensibile, havvi sempre una lentissima combustione di sostanze fosforiche che ardono a bassissime temperature (vedi note 375 376, ec.).

(384) Vedi note antecedenti.

luoghi opportuni, e di altre moltissime, cui la legge d' un' Istituto ci obbliga assolutamente di passare in silenzio, mi rendono inclinatissimo a supporre, che il flogisto altro non sia, salvochè la pura luce solare fissata ne' corpi in virtù della universal legge di attrazione; ed in conseguenza, che la luce, il flogisto, e il fuoco libero, abbiano tutti e tre la medesima essenza. E' questo un sentimento che si accorda moltissimo con l' indole e col costume della Natura, la quale modifica, ed alloga diversamente gli stessi esseri destinati alla produzione di effetti e fenomeni differenti; ed è attissimo nel tempo medesimo a proccurarci l' intelligenza di que' tanti effetti che il fuoco produce, siccome ciascuno rileverà da tutto quello che sarem per dichiarare nell' intero tratto di questa Lezione; onde resteran dileguate quelle tali difficoltà ed inverisimiglianze, le quali si presentano naturalmente allo spirito nel considerare attentamente il merito di siffatta opinione (385). E quand' anche mancassero altri argomenti per dimostrarne la ragionevolezza, manifesterebbesi ella a sufficienza dalle due seguenti considerazioni. Il ferro privato del suo flogisto, ossia ridotto in terra marziale, rendesi affatto incapace d' esser tirato dalla calamita; e per far sì, ch' egli ne venga tratto di bel nuovo, non si ha a far altro, che restituirgli il perduto flogisto (386). Or se la terra marziale esposta semplicemente a' raggi solari, raccolti da uno specchio ustorio, riacquista di bel nuovo la proprietà di esser tratta dalla calamita; avrassi difficoltà di convenire, che la luce si fissa nella terra marziale, e ch' ella non differisce essenzialmente dalla materia del flogisto (387)? Così parimente l' acqua forte non

I 2 iscio-

(385) Vedi note antecedenti.

(386) Qui il ferro combinato coll' ossigeno, e ridotto in ossido diventa, secondo l' Autore, il ferro che ha perduto il flogisto; il che è assurdo ( vedi note 83 e seg. ).

(387) Qui si crede che il calorico e la luce che compongono i rag-

iscioglie il manganese se non nel caso che vi si aggiunga del flogisto. Or esposto egli dal signor Scheele, dopo la preparazion conveniente, per alcune ore a' raggi del sole entro una bottiglia di cristallo chiusa, ritrovossi del tutto disciolto; e dopo di averlo egli filtrato e messo al cimento, ritrovollo unito al flogisto, il quale non potò essergli comunicato altrimenti, salvochè dalla luce del sole (388).

1069. E poichè costa da varj fatti che saranno in parte dichiarati più innanzi, che le piante assorbiscono una gran copia di luce; ed oltre a ciò abbiamo altrove notato (§.822), che i vegetabili scompongono l'acido aereo, cui assorbiscono dall'aria; e cacciando fuori l'aria deflogisticata come parte escrementizia, ritengono in se il flogisto, attissimo al loro nutrimento; egli è molto probabile, per non dir sicuro, esservi nelle piante una specie di laboratorio, ove si esegue la combinazion del flogisto con altre sostanze (389). Ed essendo vero, ch' esse abbondano moltissimo di parti combustibili, siccome vien chiaramente indicato dalla gran copia degli olj, che da lor si ritrae; e gli animali d'altronde nudrendosi per lo più di vegetabili;

raggi solari (che altro non fanno che separare per affinità dalla calce di ferro una porzione di ossigeno, ond'essa per conseguenza cala di peso in proporzione alla quantità che n'esce) introducano all'opposto della luce, o del flogisto nella calce stessa, e quindi diventi essa di bel nuovo atta ad essere attratta dalla calamita; quando non lo diventa che per aver perduto con tal mezzo una porzione di ossigeno che aveva, attesa la sua quantità, tolta affatto al ferro ogni proprietà magnetica (vedi note 83 e seg.).

(388) Qui si prende come operata dal flogisto una semplice dissoluzione dell'ossido di manganese nell'acido nitrico; il che è assurdo, mentre è proprio degli ossidi metallici il disciogliersi negli acidi (vedi nota 83 e seg.).

(389) A questo proposito abbiamo detto l'occorrente alle note 371 e seg.

li; non sarà irragionevole il supporre che l'indicata combinazion del flogisto eseguita originalmente nelle piante, passi poscia con queste nel corpo degli animali, e quindi successivamente in altre sostanze, ove noi col fatto lo ritroviamo (390).

1070. Osserviamo alla giornata esservi in Natura parecchie specie di corpi, a cui appiccandosi il fuoco libero, sviluppasi immediatamente il flogisto in essi contenuto, il quale rompendo i suoi legami, e scomponendo le parti di quel tal corpo, con cui era egli associato, fa che quello s'infiammi e produca luce e calore. Questi corpi, che sono a dir vero l'alimento del fuoco, formano una classe a parte; dicendosi nominatamente *corpi combustibili*, a differenza di quegli altri, i quali comecchè penetrati da un fuoco straniero, che li riscalda e gli arroventa, sono però del tutto disadatti ad alimentare il fuoco libero (391). Nella prima classe uopo è annoverare lo zolfo, le resine, gli olj, i bitumi, il grascio, i carboni, i vegetabili secchi, ed altre simili materie, senza eccettuarne parecchie sorte di metalli, i quali sono il rame, il ferro, il piombo, e lo stagno; a cui si dà il nome di *metalli imperfetti* per esser capaci di esser calcinati e distrutti dall'azion del fuoco; laddove entrano nella seconda le calci, le terre argillose, i sali, le ceneri, come altresì l'oro, l'argento, e la platina, i quali diconsi *metalli perfetti* a motivo che son capaci di soffrire l'azion del fuoco per più mesi di seguito, senzachè ne sieno alterati in verun modo, e senza scemare affatto di peso (392).

 1071.

(390) Vedi note 83, 171 e seg.

(391) Vedi nota 54, 83, 375 e seg.

(392) Per sapere, quali sono realmente i corpi combustibili, cioè i corpi che sono atti a combinarsi coll'ossigeno, vedi nota 54.

Tutti i metalli entrano intanto in questa classe.

Abbiamo già detto che ciò che caratterizza il corpo incombustibile,

1071. E' cosa da osservarsi particolarmente, che quantunque il flogisto ottener non si possa scevro d'altra sostanza (393), e del tutto puro, nulladimeno però si può egli agevolmente sviluppare da' corpi combustibili, e trasfondere negl' incombustibili nello stato di sua purità, per via del semplice contatto: oppure si può sviluppare da' primi col mezzo della combustione; ma allora si manifesta egli sotto l'aspetto di fuoco libero, e si dissipa immediatamente (394). V' ha chi crede, che certe specie di gas infiammabile, le quali sviluppandosi da certe mofete, oppur dal fondo delle miniere, accendonsi assai facilmente (§. 880); o anche il gas infiammabile in generale (§. 875), possano essere il puro flogisto scevro del tutto, o almeno in massima parte, da qualunque sorta di combinazione (395).

1072. Or sia ciò come si voglia, egli è infallibile, che il modo trovato da' Chimici di poter trasfondere il flogisto da un corpo in un altro senza che ne segua la menoma scomposizione, è riuscito opportunissimo a poterci render manifeste alcune sue interessanti proprietà, le quali in altro caso avremmo certamente ignorate.

1073. La prima proprietà si è, che il flogisto è il solo principio valevole a rendere i corpi combustibili; imperciocchè trasfuso egli da un corpo naturalmente combustibile in un altro, che non è tale, questo rendesi combustibile, e quello che ne resta privo, perde immediatamente qualunque attitudine ad essere infiammato. Ce ne somministra un esempio l'acido vitriolico, il quale essendo incombustibile per sua natura, ren-

---

bile, si è il non poter esso appropriarsi mai l'ossigeno dell'atmosfera, o degli altri corpi.

(393) Ahimè!

(394) Vedi note 83 e seg.

(395) Vedi note 83, 253 e seg.

rendesi attissimo in primo grado a poter servire di alimento del fuoco mercè l'intima unione ch'egli contrae col flogisto. Come in fatti da codesta unione ne risulta lo zolfo, il quale per conseguenza non è formato da altro, se non se dall'acido vitriolico e dal flogisto; ed ognun sa quant'egli sia atto a concepire la fiamma. Il carbone d'altra parte potentissimo per sua natura ad infiammarsi, divien del tutto incombustibile tostochè si priva del flogisto. In fatti niuno ignora esser egli tale nello stato di cenere. Gli esempj di questa verità potrebbero moltiplicarsi all'infinito (396).

1074. La seconda proprietà consiste in ciò che trasfuso egli nella sostanza d'un corpo, e combinato con quello, gli comunica odore e colore, cui prima non possedea. Per conferma di ciò vale lo stesso esempio rapportato di sopra (§. 1073): l'acido vitriolico, privo di sua natura d'ogni sorta di odore e di colore, acquista immediatamente entrambe le qualità tostochè si unisce al flogisto. Così l'odore e il color dello zolfo, che quindi ne risulta (§. 1073), son conosciuti a chicchessia. E poichè non v'ha corpo combustibile, ossia dovizioso di flogisto, il quale non abbia alcuna



(396) Nel paragrafo antecedente, l'Autore crede che sia il flogisto quello che passa e ripassa senza scomporsi da un corpo all'altro; e questo è ciò che compete all'ossigeno. In questo paragrafo pretende che il flogisto sia il principio della combustibilità dei corpi, e quindi che l'acido solforico non sia combustibile, perchè è desso lo zolfo che ha perduto il flogisto; quando all'opposto l'acido solforico è lo stesso zolfo, più l'ossigeno che lo acidifica, ec. ec. Le ceneri poi sono residui terrosi ed alcalini, i quali, non essendo di loro natura combustibili, non si possono combinare coll'ossigeno, e quindi prendere lo stato aeriforme o vaporoso, come prendono gli altri principj che compongono i carboni, i vegetabili, ec.

Per diradare, siami lecito il dir così, tutte queste nebbie che offuscano la ragione, vedi le note 54, 83, 127 e seg.

sorta di colore e di odore; e questi son più, o meno, sensibili a misura che quel tal corpo abbonda più, o meno del principio infiammabile; e d'altronde i corpi affatto incombustibili, ossia scevri da flogisto, sono privi similmente dell'una e dell'altra delle dette qualità; ragionevol cosa è il dedurne, che il principio flogistico sia l'unico principio sì dell'odore, che del colore ne'corpi. Ciò però intender si dee in tal guisa; cioè a dire, ch'egli dispone e rende atte le particelle de'corpi, co'quali si combina, a ritenere ed a riflettere alcuni dati raggi della luce d'onde poi risulta il colore, come dimostreremo più innanzi; e sprigiona e volatilizza quelle tali parti de' corpi medesimi, le quali solleticando i nervi dell'odorato, risvegliano in noi la sensazione dell'odore (397).

1075. La qui dichiarata verità può avvalorarsi oltremodo, e rendersi sensibilissima, seguendo l'opinion di coloro, i quali non fanno differire il flogisto dalla materia della luce (§. 1068). E' dimostrato dal signor Bonnet nelle sue *Ricerche intorno all' uso delle foglie*; ed oltreaciò è pienamente noto a'giardinieri ed agli ortolani, che il color delle piante vien prodotto dalla luce; disortachè volendo essi darci dell'endivia, delle lattughe, de'cardi, ec., teneri, e bianchi, fanno uso della pratica ordinaria di seppellirli sotterra, oppur di cuoprirne la parte di mezzo colle foglie esteriori legate in modo, che la luce del sole non vi abbia il menomo accesso. Esponendo poscia all'analisi siffatta sorta di piante, si trova realmente esser elleno meno doviziose di principio infiammabile a fronte di altre simili piante, esposte liberamente alla luce solare (398).

1076.

(397) Per convincerti dell'erroneità di tutti questi principj, vedi le note 83, 127 e seg.

(398) Queste piante tutte si trovano doviziosissime di acqua, perchè venendo esse separate dal contatto della luce, non può l'acqua in loro decomporsi per cedere l'idrogeno al vegetabile; e quindi rimangono esse succolente, e non prendono il colore ch'è loro

1076. La terza proprietà del flogisto è quella di render più densi, più molli, più volatili, assai più atti alla fusione, ed opachi, que' corpi solidi, con cui egli si combina. Egli è cosa dimostrata, che i metalli sono un composto di terra e di flogisto, a cui forse si unisce qualche picciolissima copia di un altro ignoto principio. La quantità di flogisto, ch' essi contengono in gran dovizia, si può sviluppare e portar via agevolmente coll' esporli ad un fuoco violento, appunto come suol praticarsi con tutti gli altri corpi combustibili. Separato che sia in tal modo cosiffatto principio, quel che rimane non è che una semplice terra, a cui si dà la denominazione di *calce metallica*; e l' operazione già esposta è ciò che dicesi da' Chimici *calcinazione de' metalli*. Ora l'esperienza ci fa vedere che nelle dette calci o si scemano, oppure scompariscono del tutto l' opacità, la mollezza, la duttilità, la volatilità, l'attitudine alla fusione, ed altre qualità di simile natura; laddove introducendovi di bel nuovo il flogisto che loro si è tolto ( ciocchè praticar si suole esponendole nuovamente all' azion del fuoco in unione di qualche materia combustibile, che lor possa somministrare il flogisto, come sarebbe l' olio, il carbone, le unghie, o corna degli animali, ed altre simili ), le mentovate qualità, ch' eransi perdute, ritornano di bel nuovo, e le calci si convertono un' altra volta in metallo come prima. Questo è ciò che dicesi *riduzion de' metalli*: ed è osservabile, che la sostanza che ha loro comunicato il flogisto, trovasi averne perduto tanto, quanto elleno ne hanno acquistato. E se mai invece di spogliare interamente i metalli del loro flogisto, se ne privano soltanto di una porzione, non v' ha che una porzione di essi ridotta in calce, restando affatto illeso il rimanente. E poichè la dichiarata ri-

---

loro naturale, esposte che sieno a' raggi solari. Per tutto il resto, vedi le note antecedenti.

riduzione succede costantemente la stessa, senzachè vi si possa ravvisare il menomo divario, sia qualunque la sostanza che si adopera per ritrarne il flogisto, e trasfonderlo nelle calci metalliche; v' ha tutta la ragion di asserire che un tal principio sia sempre lo stesso in tutt' i corpi, e conseguentemente semplicissimo (399).

1077. I dichiarati fatti adunque intorno alla calcinazione ed alla riduzion de' metalli, ci fanno apertamente scorgere che le indicate loro qualità derivano unicamente dal principio infiammabile, che in se racchiudono. L'opacità è un segno immediato della densità maggiore, ch' essi acquistano; e dall'una e dall' altra deriva il liscio e il brillante, di cui eglino son suscettibili in forza della pulitura. La copia del flogisto, onde abbondano a dismisura, fa loro ributtar l'acqua, con cui quello non è atto a combinarsi; e l'affinità grandissima, ch' egli ha cogli acidi, fa sì che i medesimi vengano a sciogliere i metalli, ed a privarli del principio infiammabile, siccome si è osservato nella Lezione su i Gas (400).

1078. Per ciò che riguarda la volatilità in particolare, l'esperienza ci fa vedere che lo spirito di vino, l'etere, e tutti gli spiriti ardenti, i quali abbondano di flogisto, sono assai più volatili dell'acqua che ne contiene di meno; e così s'intenda di altri fluidi (401). Il regolo d'antimonio, e lo zinco, che

(399) Perchè cadano tutte queste ipotesi, considera le note sopra il flogisto 83 e seg.

(400) Vedi note 83 e seg.

(401) Le dottrine riportate dall' Autore nel paragrafo antecedente, tendono tutte a persuaderci che dal solo flogisto i metalli ripeter debbono la loro densità, ec.; e le dottrine che in questo riporta, tendono a persuaderci che il principio della volatilità dello spirito di vino, etere, spiriti ardenti, ec. ripeter si debba dallo stesso flogisto. Non è questo camminar di contraddizione in con-

che sono naturalmente i più volatili tra i metalli imperfetti, convertonsi in terre oltremodo *refrattarie*, ossia capaci di reggere al fuoco più violento senza volatilizzarsi, tostochè trovansi spogliati del loro flogisto (402).

1079. La fusibilità, che altro non è, se non se l'attitudine d'un corpo a divenir fluido, par che dipenda eziandio dal medesimo principio: e l'esperienza ci fa vedere che l'acciaio, il qual contiene più flogisto del ferro, è anche più fusibile del ferro stesso (403). Lo stagno che si fonde di leggeri mercè di un picciol calo-

---

contraddizione per sostenere la teoria flogistica? L'etere poi, gli spiriti volatili, e lo spirito di vino, sono composti d'idrogeno e di carbonio combinati col calorico, da cui ripetono il loro stato di liquidità. L'affinità dei loro principj pel calorico è somma, ed in proporzione di essa si volatilizzano con più, o meno prontezza.

Se si abbruciano in vasi che contengano del gas ossigeno, o dell'aria atmosferica, si risolvono questi spiriti in due sostanze diverse. Il carbonio, uno dei loro principj, si combina coll'ossigeno, e ne risulta dell'acido carbonico che prende lo stato aeriforme; l'idrogeno, altro loro principio, si combina coll'ossigeno, e si forma copia grande di acqua.

L'acido carbonico e l'acqua che ne risultano, sono eguali al peso del liquore abbruciato, più il peso dell'ossigeno consumato, e ciò con tutta la precisione numerica.

Quest'è il flogisto che contengono, che perdono, che cedono, ec. ( vedi nota 83 ).

(402) Vedi nota 83.

(403) E' dimostrato che la differenza che havvi fra il ferro puro, ec. l'acciaio, si è unicamente che l'acciaio è lo stesso ferro combinato con una porzione di carbonio. Il flogisto dunque diverrebbe ora identico col carbonio. La fusibilità diversa fra' corpi per mezzo del fuoco, si sa da altro non dipendere che dalla diversa affinità che hanno le molecole di questi corpi per combinarsi col calorico. Da questa diversa affinità ripeter unicamente si deve l'esservi de' corpi che ad ogni più fredda temperatura rimangono perfettamente combinati col calorico sotto forma liquida ed aeriforme, e l'esservene degli altri che tutto il fuoco che noi conosciamo, non è atto a disciogliere, e che quindi rimangono sempre in istato di solidità.

lore, è oltremodo *refrattario* nello stato di calce, allorchè è privo di flogisto (404).

1080. Finalmente la quarta proprietà del flogisto è quella di avere una ripugnanza grandissima a combinarsi coll'acqua e coll'aria; del che ci somministra la Chimica una infinità di esempj. E' cosa però da destare il più vivo stupore lo scorgere, che ad onta della testè dichiarata ripugnanza, trovasi egli combinato con una infinità di sostanze, le quali abbondano di principio acquoso, come son le resine, gli olj, gli spiriti ardenti, e tante altre, cui ci somministrano a dovizia il regno vegetabile e l'animale. Siam da ciò forzati a supporre, che quantunque ripugni egli a combinarsi coll'acqua, può però associarsi a quella mercè l'interposizione di qualche altro principio, con cui vi abbia qualche sorta di affinità. Tali sono gli acidi, le materie secche, e di natura terriccia, particolarmente le terre calcaree e le argillose. Il carbone, ch'è assai combustibile, altro non è, che una combinazion singolare di terra e di flogisto, derivati dalle materie vegetabili, o animali, da cui si produce, uniti forse a qualche sale fisso delle sostanze medesime. Giusta gli esperimenti recentissimi di Priestley, la quantità di terra contenuta in più libbre di carbone pareggia appena il peso di pochi grani, risolvendosi tutto il resto in aria infiammabile, ossia in flogisto associato con acqua (§. *997*), tutte le volte che l'esperienza si eseguе nel voto. Le anzidette considerazioni indussero i due celebri Chimici Beccher e Stahl a riguardare il flogisto come una sostanza di natura terrea, composta di parti tenuissime e poco coerenti; e quindi a denominarlo *terra infiammabile* (405).

1081.

Da ciò si scorga se il flogisto ha parte in questi fenomeni (vedi note antecedenti).

(404) Vedi nota 83.

(405) Senza disaminare a parte a parte tutte le sopraddette cose,

1081. Benchè la riferita teoria del flogisto sodamente stabilita dal celebre Stahl, fosse stata fin oggi generalmente adottata da' Chimici, ed abbia formata la base solidissima di tutta la loro scienza; alcuni recentissimi Chimici francesi, alla cui testa è il tante volte rammentato Lavoisier, incominciano a volerci persuadere non esser punto necessario l' ammettere la teoria del flogisto; e che i fenomeni chimici spiegar si possono agevolmente senza di essa. Per la qual cosa negano essi risolutamente l' esistenza del flogisto; ed alla teoria stahliana sostituiscono la teoria pneumatica, cui più innanzi esporremo. Il fatto si è, come giustamente osserva il signor de Fourcroy, che malgrado i tanti esperimenti e le infinite specolazioni fattesi recentemente sulla natura del fuoco e della combustione, *non si è ancora potuto escludere la materia del fuoco fissata ne' corpi;* e che lo stesso Lavoisier, il quale si è tanto affaticato per bandire la teoria flogistica, non ha potuto fare a meno di ammettere il principio infiammabile combinato coll' aria, come in appresso dimostreremo (406). L'esciude egli dunque da' corpi combu-

se, dopo quelle che antecedentemente si sono da noi esposte e dimostrate, diremo solo che qui intende l' Autore di contrassegnare per flogisto esistente in tutti questi corpi la stessa sostanza combustibile che ne forma la loro essenza, e che, nel regno vegetabile ed animale, sono particolarmente il carbonio e l' idrogeno quelli che combinati fanno la base combustibile delle resine, degli olj, grassi, ec. L' acqua che si trae da questi corpi, è dovuta alla combinazione dell' idrogeno coll' ossigeno senza che preesistesse ne' corpi che si abbruciano. Il carbonio e l' idrogeno sono, come si sa, principj semplici, sempre identici, nè hanno bisogno per abbruciare che di ossigeno.

(406) Se il nostro Autore avesse letto con attenzione le ultime opere dei dotti Fourcroy, Lavoisier, ec. ec. non avrebbe certamente detto così. Per ultime opere intendiamo unicamente quelle che sono uscite molto avanti il 1792, tempo in cui apparve questa Fisi-

bustibili per rinvenirlo nell'aria. E poi le obbiezioni dirette contro l'esistenza del flogisto sciolgonsi interamente seguendo le idee di Macquer; che val quanto dire supponendo, com'è ragionevolissimo, altro non essere il flogisto, salvochè la materia della luce combinata ne' corpi; del che già abbiamo in altro luogo (§. 1068) rapportate le dimostrazioni (407).

1082. L'aver premesso siffatti lumi ci apre agevolmente la strada a poter procedere più oltre, ed a contemplare il fuoco nel suo pieno stato di libertà, per quindi venire in cognizione de' suoi meravigliosi effetti e fenomeni.

## ARTICOLO II.

*Del Fuoco libero; e del modo onde si eccita.*

1083. Tostochè il principio infiammabile, ossia il flogisto, viene sprigionato co' mezzi opportuni dalla sostanza de' corpi, ov'era combinato e ristretto (1067), ripiglia immediatamente il suo elastico potere, e la prodigiosa sua mobilità, e quindi si manifesta sotto l'aspetto di fuoco libero, accompagnato da fiamma, ed attissimo a generar del calore (408).

1084.

sica. Egli è un commettere, dirò così, un gran peccato in scienza contro di questi grand' uomini, l'asserire ch'essi credano ancora l'esistenza della materia del fuoco fissata ne' corpi, o il principio infiammabile combinato coll'aria, ec. nel senso dell'Autore (vedi nota 83).

(407) Dimostrazioni? (vedi note 83 e seg.).

(408) Noi già abbiamo detto che questa luce e calorico, o altrimenti questo fuoco, non esce mai dal corpo che si abbrucia, ma dal gas ossigeno, nel mentre che l'ossigeno va a combinarsi col corpo combustibile. Il flogisto dunque de' corpi non può manifestarsi sotto l'aspetto di fuoco libero, e perchè non esiste in natura, e perchè il fuoco si svolge nel modo che di sopra si è detto (vedi note 54, 83, 376, 379 e seg.).

1084. I mezzi principalissimi, mercè di cui la Natura esegue il rammentato sviluppo, riduconsi giustamente a questi tre; cioè a dire allo stropicciamento, all'azion della luce concentrata, ed all'applicazione dello stesso fuoco libero, ossia de' corpi infiammati. Niuno ignora, che i raggi del sole raccolti da una lente convessa, ovver rimbalzati da uno specchio concavo, infiammano poderosamente i corpi combustibili collocati nel foco di quelli (409). E' noto similmente, che l'acciaio sviluppa delle scintille di fuoco qualor si stropiccia contro la selce; che ne' moti lunghi e violenti d'una carrozza infiammansi talvolta gli assi e le ruote, per forza dello sfregamento, che i chiodi e i martelli, che gli battono con gran forza; le seghe, le trivelle, i punteruoli, le lime, ed altri simili ordegni, riscaldansi d'ordinario ne' lunghi e continuati lavori, fino ad eccitar la fiamma in quelle sostanze che son da essi penetrate, o distrutte (410). Due gran lamine di ferro stropicciate vigorosamente, e con gran celerità l'una contro l'altra, giungono prima a riscaldarsi, indi a concepir la fiamma, e finanche a fondersi, come appunto avverrebbe in virtù dell'azione immediata

(409) La maniera unica di mettere in combustione un corpo combustibile, è quella d'innalzarlo ad una data temperatura, per qualunque mezzo si voglia, onde possa esso combinarsi per affinità coll'ossigeno dell'atmosfera, e quindi svolgere luce e calorico, o in altri termini, produrre la sensazione della visione e del calore (vedi note 54 e seg.).

(410) Tutto ciò prova chiaramente che, innalzandosi la temperatura del ferro, dell'acciaio, de' legni, ec. per mezzo dello stropicciamento in qualunque modo praticato, o per mezzo di corpi in attualità di combustione, si viene a porre in giuoco l'affinità di questi corpi per l'ossigeno dell'atmosfera, e quindi a porre a grado a grado in libertà il calorico che contiene il gas ossigeno, il quale svolto riscalda, fonde, abbrucia, ossida ec. i corpi tutti combustibili, a contatto de' quali la decomposizione del gas ossigeno si opera.

mediata di un fuoco violentissimo (411). Un fuso di legno duro internato entro a un foro d'un altro pezzo di legname dolce; e fatto quivi girar con forza mercè di un archetto ordinario de' torni a mano, vi eccita il calore, il fumo, e la fiamma (412). Lo stesso avvien parimente col far iscorrere velocemente una corda sovra un tronco di un albero, o su d'altra sostanza atta ad accendersi: e v'ha benanche degli esempj di selve arse e distrutte in forza dello scambievole stropicciamento degli alberi, cagionato da un turbine violentissimo. Da' quali effetti non vanno neppure esenti le parti degli animali; scorgendosi alla giornata, che le mani stropicciate con violenza l'una contro l'altra, riscaldansi notabilmente, e tutte le parti del corpo in generale concepiscono un fortissimo calore in forza di un lungo e continuato esercizio (413). Ed abbenchè sia certo, che i corpi fluidi, tra cui l'acqua ha il primo luogo, non danno il menomo segno di riscaldamento in seguito di un lungo moto, pure ci assicura il capitano Phipps, che il dottor Irwing, imbarcato se-

Per convincersi poi con esperienze dirette di queste verità quanto semplici, altrettanto ammirabili, basti lo stropicciare l'acciaio contro la selce nel voto, o in un gas che non contenga ossigeno per non ottenere più alcuna scintilla di fuoco, checchè ne dica altri; e all'opposto, continuandosi lo stesso stropicciamento nel voto, si vede che le scintille compariscono a misura che s'introduce sotto la campana dell'aria atmosferica, o del gas ossigeno; e ciò appunto perchè non potrebbero mai splendere questi frammenti di ferro se non si appropriassero l'ossigeno dell'atmosfera, ponendo istantaneamente in libertà il calorico e la luce che lo tenevano in istato aeriforme. Quindi è che i colpi della selce nel voto non separano che frammenti di ferro puro, e nell'aria atmosferica questi frammenti sono egualmente di ferro, ma ossidato, ovvero la combinazione coll'ossigeno ( vedi nota 54 e seg. ).

(411) Vedi nota 410.

(412) Vedi nota 410.

(413) Vedi nota 410.

secolui nel viaggio al Polo Boreale ( §. 1052 ), ritrovò col mezzo del termometro, che la temperatura dell' acqua del mare in tempo di una fiera burrasca era assai più calda di quella dell' atmosfera: la qual cosa trovasi eziandio manifestamente indicata da Plutarco come una verità di fatto; e può ragionevolmente attribuirsi alle sostanze eterogenee, che vi si trovano combinate (414).

1085. Questo efficacissimo mezzo per isviluppare il fuoco libero, ha potuto dare agli uomini la prima idea del fuoco. Accadono alla giornata degli stropicciamenti casuali, che lo manifestano assai vivo. Eglino però non producono sempre gli stessi effetti al medesimo grado; ma sono questi maggiori a proporzione che i corpi che si sfregano, sono più elastici; secondochè le loro masse ( quando le altre cose vanno del pari ) sono più notabili; giacchè in tal caso si accresce il numero de' punti stropiccianti; ed a misura che si aumenta la loro velocità, corrispondentemente alle leggi che i corpi seguono ne' loro urti scambievoli.

1086. Producesi eziandio un effetto simigliante da certi stropicciamenti intestini, ed insensibili, di cui ignoriam la cagione, i quali seguir sogliono nell' atto della fermentazione, oppur nell' effervescenze. Un mucchio di grano, macerato per alcuni giorni con acqua, e quindi gettato nell' angolo d' una stanza, concepì tal grado di calore dopo due, o tre giorni, che non ebbi il coraggio di profondarvi la mano un poco addentro. Una coscia intera di montone ravvolta entro una carta; indi coperta ben bene tutt' intorno fra



(414) L' agitazione dell' acqua che ha affinità coll' aria facilita la combinazione di quella con questa. L' aria combinandosi coll' acqua, perde una gran quantità del suo calorico, come altrove si è detto. Per parte dunque di questa combinazione l' acqua può ricevere un qualche grado di calore ( vedi note 28 e 356 ).

quattro salviette, profondata da me per circa due palmi entro un gran mucchio di letame cavato di fresco dalla stalla, fu trovato cotto a tal segno dopo il tratto di cinque ore, in virtù del natural calore di quel letame, che la carne si separava dall' osso, e si spappolava fra le dita. E' questo un esperimento, che può facilmente ripetersi da ognuno, o almeno da coloro che lo trovassero esagerato (415). Lo spirito di vino versato nell' acqua, oppur nel sangue umano, fa montare il termometro di circa 18 gradi; ond' è poi, che i liquori spiritosi son nocivi alla salute, perchè riscaldan troppo gli umori del corpo (416). La limatura di fer-

(415) Se i corpi che si stropicciano, non sono combustibili, è già inutile l' attendere che producano fuoco, sieno essi duri, o teneri, densi, o leggeri ec. I combustibili poi ne producono con più, o meno facilità, stropicciati che sieno, secondo che la loro affinità per l' ossigeno è maggiore, o minore. All'affinità poi fra loro de' principj diversi che compongono il grano, il letame quando sono umettati, ed a quella che hanno per l' ossigeno, o per l' azoto dell' atmosfera in istato di solidità, ed alla minorazione di capacità che acquistano i composti che ne risultano per contenere il calorico, si dee lo svolgimento d' una quantità maggiore, o minore di calorico. Si sa per esempio, che l' acqua stessa combinandosi co' corpi in istato di solidità, produce una quantità di calorico. Queste sono le cause principali a cui riferir si debbono i fenomeni della riscaldazione de' corpi umettati, ammonticchiati e composti di principj diversi (vedi nota 54 e 376).

(416) Lo spirito di vino combinandosi coll' acqua, col sangue, ec. entra in una combinazione in cui per esistere sotto forma liquida ha bisogno di minor quantità di calorico, che rimanendo isolato; o in altri termini il composto che ne risulta, ha meno capacità per contenere il calorico di quello che aveva, per esempio, separatamente l' acqua e lo spirito di vino. Da ciò ne segue, pel principio generale da noi altrove esposto, che un dato volume di acqua e di spirito di vino mescolati che sieno, fanno un volume minore di quello che facevano i due volumi separatamente presi, il tutto a circostanze eguali di temperatura e pressione (vedi note 356, 375, ec.).

ferro mescolata con zolfo, ed inzuppata di acqua, non solamente si riscalda, ma s' infiamma visibilmente (417). La calce mescolata coll' acqua sviluppa parimente un forte grado di calore (418). L' ulterior narrazione di simili fatti potrebbe, per così dire, estendersi all' infinito.

1087. E' inutile il rammentare particolarmente la generazione del fuoco libero mercè l' applicazione di altri corpi infiammati, essendo questo il metodo più comodo, e più alla mano, e per conseguenza il più generale per poterlo eccitare (419).

## ARTICOLO III.

### *Delle varie proprietà del Fuoco libero.*

1088. La prima proprietà del fuoco libero, ch' è forse la più generale e la più costante, è quella di dilatare la sostanza di tutti i corpi secondo tutte le direzioni, e di aumentarne conseguentemente il volume (420). Abbiam notato altrove ( §. 335 ), che una verga



(417) Si confondono fatti di natura diversa, perchè producono effetti che sembrano analoghi. In questo miscuglio havvi decomposizione reale dell' acqua, ossidazione del ferro, acidificazione dello zolfo, quindi sviluppo di calorico e di gas idrogeno.

(418) In questo caso havvi solidificazione dell' acqua nella calce, e sviluppo del calorico che la manteneva nello stato di liquidità ( vedi note antecedenti ).

(419) In questo articolo II. sul fuoco libero e sul modo di eccitarlo avrà ognuno compreso, che ora si trattava di sviluppare dal gas ossigeno il calorico e la luce che formano il fuoco, mentre l' ossigeno si andava a combinare con un corpo combustibile, ed ora si trattava di svolgere soltanto del calorico dai corpi, minorando le loro capacità, o le loro affinità par contenerlo. Questo è stato il flogisto di cui si è trattato ( vedi note 54, 375, e 376 e seg. ).

(420) Noi dobbiamo unicamente alla maggiore, o minore affinità

ga di ferro della lunghezza di sei piedi, esposta dal signor de la Hire al sol cocente di estate, si allungò di $\frac{1}{3}$ di linea. Un cilindro di metallo, la cui base adegua esattamente un foro circolare, per cui si faccia egli passar liberamente, non può affatto attraversarlo dopo di essere stato riscaldato. Siam debitori all' ingegnoso Musschenbroek dell' invenzione di uno strumento, atto a misurare i varj gradi di dilatazione cagionata dal fuoco nelle diverse sostanze, ancorchè fosse ella sì picciola, che non giugnesse ad adeguare $\frac{1}{12500}$ parte di un pollice. La sua costruzione è stata poscia variata in mille guise, o per renderlo più semplice, oppur per averne de' risultati più esatti. Rapporteremo qui brevemente la costruzione di quello, di cui facciamo uso ne' nostri esperimenti.

Tav. II. Fig. 1. 1089. Consiste egli nel ruotame racchiuso entro alla cassetta A B, corredato del suo quadrante BC, e de' due indici D, E; nella cassetta bislunga F G; e nel vaso inferiore H I, il quale essendo ripieno di spirito di vino, è fornito benanche de' varj lucignoli di cotone *a*, *b*, *c*, d. In altri pirometri manca la cassetta F G; e i detti lucignoli sono immediatamente sottoposti alla verga metallica N L, la cui dilatazione vuolsi sperimentare. Or questo metodo non rende lo strumento paragonabile: intendo dire, che i risultati ottenuti con uno di siffatti strumenti non sono sempre uguali a quelli che si ottengono col mezzo di un altro, o anche collo stesso, in diversi tempi; giacchè le cir-

tà del calorico per le molecole de' corpi, ed agli sforzi ch' esso fa per discioglierle o in liquido se sono solide, o in fluidi aeriformi se sono liquide, la maggiore, o minore dilatazione che i corpi in date circostanze ci presentano. Non è dunque mai il fuoco che operi queste dilatazioni; e se anche per dilatare un corpo si adoperasse realmente il fuoco, non sarebbe che il calorico quello che separandosi dalla luce, entrerebbe nel corpo e lo dilaterebbe, mentre rimarrebbe sempre inutile del tutto la luce che dal fuoco stesso si svolge (vedi a questo proposito la nota 377).

circostanze possono non esser le medesime: e la ragione si è, che il grado di calore comunicato da' lucignoli accesi alla detta verga, oltre al non comunicarsi ugualmente a tutte le parti della medesima, è del tutto incostante ed incerto, potendo esser maggiore, o minore, a tenor di varie circostanze. Per la qual cosa si fa uso della casserta F G, la quale riempiendosi d' acqua, e facendosi questa bollire mercè la fiamma degl' indicati lucignoli, comunica sempre alla verga il medesimo grado di calore (1009). E comechè codesto possa alquanto variare corrispondentemente al vario peso dell' atmosfera (§. 1008); pure siffatte variazioni non ascendono a gran cosa; ed oltreaciò si possono affatto schivare coll' istituire gli esperimenti in tempo che il barometro trovasi elevato alla medesima altezza. Ha ella di più il vantaggio di potersi riempiere d'olio bollente invece di acqua, e così applicare alla verga un grado di calore assai più norabile, poichè il calor dell' olio bollente è a quel dell' acqua quando bolle come 600 a 212 a un di presso.

1090. Disposta impertanto la verga metallica N L Tav. II. Fig. 1. nella situazione orizzontale rappresentata dalla Figura; riempiuta d'acqua la cassetta F G; ed accesi i lucignoli *a*, *b*, *c*, *d*, imbevuti di spirito di vino (§. 1089); tostochè il calore, cui l' acqua va acquistando di mano in mano, si trasfonde alla verga, cominciasi questa a dilatare: e poichè non può ella allungarsi dalla parte L, per essere impedita dalla vite M, ond' è premuta in parre contraria; è obbligata a distendersi dalla parte N; ove spignendo in dentro una picciola batta di acciaio, con cui s' incontra cima a cima, fa sì, che la medesima dia moto ad una leva racchiusa nella cassa circolare A B. Siffatta leva ponendo in moto due ruote, con cui è connessa, fa poscia rivolgere i due indici D, E, i quali scorrendo lungo i due quadranti graduati a se corrispondenti, a misura che l' espansione della verga N L fa rivolgere in giro l' indicato ruota-

me, indicano i varj gradi di dilatazione, ch'ella viene a soffrire. Le dimensioni degli assi, e delle circonferenze di siffatte ruote sono proporzionate in modo, che l'espansione di $\frac{1}{700}$ pollice nella verga fa fare all' indice D una intera rivoluzione; e fa rivolgere l' indice E con legge tale, che indichi le parti millesime di ciascheduna delle testè indicate. Le dette lamine di metallo si cangiano a piacere, ponendosi ora di ferro, or di rame, talvolta di oro, d'argento, di piombo, ec; per iscorgere i differenti gradi di espansione, cui lo stesso grado di calore è capace di generare ne' diversi metalli.

1091. Non ostante le ripetute osservazioni praticate relativamente alla dilatazione de' corpi in virtù del fuoco, non si è potuto giammai ravvisare alcuna proporzione tra quella e la quantità del fuoco, oppur la massa del corpo adoperato; come nè anche tra il tempo, durante il quale il fuoco dee operare per poterla produrre. Uopo è dunque supporre, che ciò dipenda interamente dall' interna struttura de' corpi, cui affatto ignoriamo; dal vario grado di coerenza tra le loro parti; e da altre cagioni d'indole simigliante. Quel ch'è certo si è, che non tutte le sostanze si dilatano ugualmente collo stesso grado di calore; essendosi rilevato più volte, che col grado medesimo di caldo, ed a pari circostanze, il ferro si dilata di 80 divisioni del quadrante del pirometro; l'acciaio di 85; il rame di 89; l'ottone di 110; lo stagno di 153; e il piombo di 155. Dal che si scorge, che il ferro è meno dilatabile fra tutti i metalli, e che il piombo e lo stagno

(421) Ciò ch'è certo in questo proposito, si è, che la dilatazione dei varj corpi eguali in peso e temperatura per mezzo di quantità eguali di calorico è in ragione inversa della capacità che hanno per contenerlo fra le loro molecole, o in altri termini, è tanto minore la dilatazione d'un corpo in confronto d'un altro a circostanze eguali, quanto è maggiore l'affinità di questo corpo pel

gno sono suscettibili della massima dilatazione (421). Per la qual cosa siam da ciò manifestamente istrutti di doverci servire del ferro per far verghe di pendoli, perni di ruote, esatte misure di lunghezza, ed altre tali cose, ove si richiede che segua il menomo cangiamento possibile nelle dimensioni.

1092. Nè altri creda che il fuoco produca il dichiarato effetto unicamente sui solidi, essendo cosa indubitata, ch'egli lo cagiona ugualmente in tutte le specie di fluidi. Empite d'acqua, d'olio, di mercurio, di aceto, o di qualunque altro liquore, una bottiglia di vetro fino al collo: immergetela nell'acqua bollente; e vedrete, che saranno essi dilatati dal fuoco in un modo così sensibile, che si vedranno immantinente montar su pel collo della bottiglia, tranne il più ed il meno, dipendente dalla varia loro attitudine ad esser dilatati, come si è notato di sopra. Su questa verità di fatto è appoggiata la costruzione del termometro, atto a misurare i varj gradi di calore nell' atmosfera, oppur ne' corpi, di cui ragioneremo in appresso (422).

1093. Ora essendoci nell'atmosfera de' perpetui cangiamenti di caldo e di freddo, indicati dal termometro, seguir ne dee per legittima conseguenza, che le dimensioni di tutti i corpi, atti ad accrescersi col caldo, ed a restrignersi col freddo, debbono similmente variar di contnuo; inguisachè se fosse possibile di aver sempre alla mano un pirometro, atto a porre al cimento tutte le specie di corpi di qualunque figura e grandezza, ed in tutte le circostanze, ci recherebbe stupore il ravvisare che gli uomini, i bruti, gli edifizj, le misure, le vesti, tutto insomma diviene or più

 gran-

pel calorico. Quest'è un principio universale applicabile a tutti i corpi della natura.

Sarà bene pel di più il considerare la nota 376.

(422) Vedi nota 376.

grande, or più piccolo, a norma del maggiore, o minor grado di calore che regna nell' atmosfera. Siffatti cangiamenti, i quali sieguono realmente in Natura, non ci si possono tutti render sensibili attesa la somma loro picciolezza per rapporto all' efficacia limitata de' nostri organi sensorj.

1094. V' ha in Natura alcune specie di corpi, le cui parti essendo investite dal fuoco, vengono totalmente distaccate l'una dall' altra fino ad una certa distanza, ove continuano ad esser tuttavia dentro la sfera della loro attrazione. In tale occorrenza non sono elleno distrutte, ma passano in quello stato cui diciamo fluidità. Quest'è il caso de' metalli, della cera, della pece, del sego, e di altre tali sostanze qualora son fuse. L' esperienza ci rende sicuri, che quando siegue un tal effetto, il fuoco opera con un' attività sì prodigiosa, che giugne a sciogliere le accennate sostanze, sarei per dire nelle loro parti elementari. Prendasi un sol granello di oro; e messolo a fondere con centomila grani d' argento, tutta la massa si vedrà di color d' oro; ed in qualunque picciola porzione, che altri ne voglia prendere, la quantità dell' oro in essa esistente sarà sempre a quella dell' argento come uno a centomila (423).

1095. Che la fluidità de' corpi dipenda dal fuoco (tranne l' influenza che vi può avere la figura delle loro particelle), è cosa su cui convengono tutt'i Fisici sensati al dì d'oggi. Ad eccezione del fuoco, ch' è il solo fluido per essenza, tutti gli altri fluidi lo sono uni-

(423) L' esperimento dell' oro prova quanto abbiamo tante volte detto, cioè che i corpi diversi, che per affinità atti sono a combinarsi fra di loro, si equiponderano e formano sempre un tutto dappertutto eguale, come fa il calorico appunto quando si combina o discioglie in liquido, o fluido aeriforme un corpo solido qualunque, senza che vi sia bisogno di supporre che le parti di questo corpo solido, ridotto liquido, o fluido aeriforme, abbiano giammai perduto la loro sfera d' attrazione.

unicamente per l'interposizione del fuoco stesso, il quale vieta costantemente, che le loro parti persistano in un immediato contatto (424). I metalli più duri si fondono immediatamente per forza del fuoco; e qualor si raffreddano, divengono consistenti di bel nuovo: l'acqua privata in parte del fuoco, si addiaccia senza ritardo. Finanche il mercurio, che si credeva da' Fisici esser fluido per natura, avuto riguardo all'impossibilità di fissarlo, non lo è, se non se per l'interposizione del fuoco. Diè motivo a questa scoperta l'orrido freddo regnato in Pietroburgo nell'anno 1759, allorchè Giuseppe Adamo Braun professore di Filosofia in quella imperiale Accademia dimostrò con decisiva evidenza, che il mercurio si può render solido mercè la diminuzione del suo calore. Servissi egli a tal uopo d'una mistura formata di neve e di acqua forte, in cui essendovi immerso il termometro, il mercurio si vide discendere fino a 100 gradi, e ne' successivi esperimenti sino a 244, ed a 352. Divenne cotesto in tale stato una solida e splendente massa metallica, che si stese sotto il martello; di durezza inferiore a quella del piombo; e che rendeva un suono sordo al par dello stesso metallo. Ed è cosa notabile, che il mercurio consolidato a tal punto, andava a fondo del mercurio fluido, essendo ciò una prova, ch'egli si addensa agghiacciandosi, tutt'al contrario di quel che succede all'acqua. L'esperimento fu poscia ripetuto con ugual successo non meno nell'in-di-

(424) Fino al giorno d'oggi siamo in diritto di credere, oltre al calorico, fluidi per essenza tutti quelli che non hanno peso sensibile, e che possono esistere indipendentemente dal calorico, quali sono la luce ed il fluido elettrico. E quando anche il fluido elettrico non esistesse indipendentemente dal calorico e non fosse che una modificazione del calorico stesso, come noi non siamo lontani dal credere, resterà sempre fluido per essenza e *sui generis* la luce.

dicato anno, che ne' seguenti dallo stesso Braun, e da altri Fisici in Pietroburgo, da Blumenbach in Gottinga, da Cavendish in Inghilterra, da Hutchins nelle Baia di Hudson, ed altrove da altri Filosofi. Il detto signor Hutchins ebbe il piacere di dimostrare decisivamente nel 1781, che il grado di freddo richiesto per congelare il mercurio, è tra i gradi 39 e 40 sotto il zero della scala di Farenheit; e che la discesa del termometro a più centinaia di gradi, solita ad osservarsi in tale occorrenza, dipende assolutamente dalla contrazione che il mercurio soffre nell'atto che si gela. Il sig. Cazalet è riuscito ad addiacciarlo nelle parti meridionali della Francia, innaffiando la neve con ispirito di nitro fumante.

1096. Non vo' dipartirmi dal presente soggetto senza soggiugnere che il mercurio può del pari agghiacciarsi agevolmente in virtù di freddo naturale. L'esempio più rimarchevole di tal verità è quello rapportato dal celebre Naturalista Pietro Pallas, che dimorando nella Siberia nell'anno 1772, trovò che il mercurio del suo termometro esposto all'aria libera era disceso al grado 70, ed erasi consolidato. Trovossi egli più flessibile dello stagno, ma più friabile qualor si piegava. Se il martello, con cui si batteva, non era freddo, il mercurio sciglievasi in gocce sotto a' suoi colpi: ciocchè avveniva eziandio toccandosi colle dita, che n' erano agghiadate nell' istante. Trasportato in una stanza alquanto calda, liquefacevasi gradatamente come cera al fuoco.

1097. Vengono in sostegno della verità fin qui dichiarata due vaghissimi esperimenti del signor de Luc. Pongasi la palla d'un termometro dentro d'un bicchiere ripieno di acqua; e fatta poscia gelar cotesta, sicchè la palla suddetta trovisi dappertutto circondata dal ghiaccio, pongasi presso al fuoco cosiffatto apparecchio. L'esperienza dimostra, che il mercurio del termometro ascende in alto fino al momento, che il

ghiac-

ghiaccio è presso a fondersi. Tostochè cominciasi egli a liquefare, il mercurio si arresta e cessa assolutamente di fare il menomo cammino, non ostante che la luce sviluppata dalle materie combustibili prosiegua ad attraversare il ghiaccio suddetto. La qual cosa evidentemente dimostra, che il fuoco, il quale s'interna nel ghiaccio nell'atto che si fonde, non vi produce il menomo grado di calore, ma s' impiega unicamente nella trasformazione d'un solido in un fluido, ossia del ghiaccio in acqua (425).

1098. Che la cosa sia in fatti così, v'ha un'altra maniera di dimostrarlo. Deriva questa da un altro esperimento dello stesso autore, di cui se n'è riferita una parte nel §. 1032. Si disse quivi, che se un pezzo di ghiaccio pongasi a contatto con una massa di acqua raffreddata molto al disotto del punto ordinario della congelazione, se ne vede tosto gelare una porzione: ora però vuolsi soggiugnere, che nell'istante che fassi cotal gelo, il fuoco sviluppato dalle sue particelle, e perciò renduto libero, corre a riscaldar la rimanenre acqua a tal segno che la riduce all'ordinaria temperatura del gelo, in cui non lascia di perseverare finattantochè l'intera massa dell'acqua non sia convertita in ghiaccio (426). Se dunque il ghiaccio as-

(425) Ma se la cosa è così, come è di fatto, perchè dunque aveva bisogno l'Autore ( per ispiegare altrove il fenomeno della congelazione dell'acqua contenuta nel vaso che si pone entro ad altro vaso esposto al fuoco ripieno di neve e sale ) di ricorrere alle particelle frigorifiche, agli spigoletti, ec.? Da altro non dipendono e quel fenomeno e questo, che dal rimaner sempre stazionaria l'acqua alla temperatura del gelo, finchè venga ad essere disciolta anche l'ultima molecola di diaccio, essendo fino allora impiegato tutto il calorico ch'entra da tutte le parti, a fondere in corpo liquido il diaccio solido ( vedi nota 363 ).

(426) Il pronto congelarsi dell'acqua che si trovava varj gradi sotto la temperatura del gelo, dipende in questo caso dall'agitazione che si promuove nell'acqua immergendovisi il diaccio, agita-

assorbisce in se una considerevole copia di calore nell' atto che digela, per convertirsi in acqua ; e se da se la sviluppa e la discaccia nel momento che si forma, v'ha tutta la ragion di dire che la fluidità dell'acqua, e così s'intenda degli altri fluidi, debbesi attribuite al fuoco che s'insinua, e vassi a combinare colle sue particelle: tantovieppiù, ch'è legge costante, che in ogni liquefazione v'ha perdita di calore; vale a dire, ch' egli si assorbisce in modo dalle parti, che vansi rendendo fluide, che si rende del tutto insensibile, ed affatto incapace di operar sul termometro: per la qual cosa fu egli denominato *calor latente* dal dottor Black insigne filosofo scozzese, che ne fu lo scuopritore; benchè il signor de Luc avesse avuto anticipatamente su di ciò la medesima idea (427). Il successo de' rapportati esperimenti non solamente dimostra la vera cagione della fluidità dell'acqua, ma c'induce a pensare nel tempo stesso con de Luc, che cotal fluidità non succede per virtù della semplice interposizione del fuoco tra le particelle dell'acqua, ma bensì per virtù d'una intima unione, ch'egli contrae coll' acqua medesima, onde si genera una particolare affinità ed un' attrazione a maggior distanza; scorgendosi chiaramente, che per quanto calore s' introduce nel ghiaccio nell'istante della sua liquefazione, non si altera punto la sua temperatura: segno è dunque, che il fuoco in tale occorrenza non rimane libero, ma si combina coll' acqua (428), Che s'egli per avventura restasse in liber-

---

tazione che facilita l'uscita del calorico, principio della fluidità dell' acqua. Il rialzamento dunque di temperatura che prende l'acqua che si gela, e l'acqua che resta fluida, dipende, come ognun vede, dal calorico che si separò da quella porzione di acqua nell'atto ch'essa passò dallo stato di fluidità allo stato di solidità.

Per ben intendere tutto ciò, vedi la nota 356.

(427) Vedi note 6, 356 e 376.

(428) Vedi note 356 e 376.

bertà, frapposto soltanto tra le particelle dell'acqua stessa per tenerle alquanto disgregate l'una dall'altra, il volume dell'acqua, che risulta dal ghiaccio, supererebbe quello del ghiaccio stesso: ciocchè si oppone, come ognun sa (§. 1028), direttamente al fatto (429).

1099. Il filosofo illuminato, che gettando uno sguardo sul complesso delle materiali sostanze, vi scorge ad ogni tratto i vigorosi effetti di quella forza prodigiosa e stupenda, onde tutte le parti della materia tendono naturalmente ad unirsi a vicenda; e che riguardar si può giustamente come il cemento universale, che insiem collega ed unisce gli elementi di tutt'i corpi; non può fare a meno di non ravvisare nel fuoco un agente poderosissimo e formidabile, ch'essendo l'antagonista perpetuo della forza indicata, vieta effettivamente, che le parti della materia si uniscano insieme per l'efficacia di quella, e concorran tutte a formare un intero e solido masso di tutto l'universo. Il suo potere è sì grande, la sua attività è così estesa, e le maniere, ond'egli opera, sono sì variate ed ammirabili, che indussero ne' tempi andati la gloriosa nazione, annoverata generalmente tra le più sagge, a riguardarlo come un nume supremo, e a tributarli corrispondentemente adorazioni ed omaggi. E a dir vero neppur la rammentata efficacia della forza attraente sarebbe valevole a frenar l'azione del calore abituale, che regna in alcuni corpi, se a cotal forza non si unisca nel tempo stesso la pressione dell'atmosfera; giacchè veggiamo che tolta questa, siccome avvien di fatti nel recipiente voto della macchina pneumatica, l'etere, lo spirito di vino, l'acqua, ed altre simili sostanze, cominciano a bollire, e convertonsi tosto in un fluido aeriforme (430).

1100.

(429) Vedi note 356 e 376.

(430) Senza entrare in discussione sopra l'attrazione e ripulsio-

1100. Dalle cose dichiarate finquì si deduce in una maniera evidentissima, non solamente che il fuoco è corpo, ma eziandio che le sue particelle sono sottilissime, ed estremamante mobili; altrimenti non potrebbero internarsi ne' pori angustissimi di tanti diversi corpi, e penerrarli in tutte le direzioni. Sono elleno parimente dure all' eccesso, e dotate di grandissima forza; poichè in caso contrario non sarebbero atte e valevoli a superare la prodigiosa forza di aderenza, onde si tengono strette insieme le particelle di parecchi corpi, senza eccettuarne i più tenaci e compatti, come sono l' oro, l' argento, il ferro, ed altri della medesima indole. Non è possibile di render ragione de' dichiarati fenomeni senza supporre il fuoco dotato di queste tali proprietà.

1101. Or se il fuoco è corpo, ed una delle proprietà universali del corpo è la forza di gravità, sarà dunque il fuoco pesante. Ma vi son poi esperimenti, d' onde rilevar si possa il suo peso, e rendercisi sensibile(431)? Boyle, Lemery, Musschenbroek, e parecchi altri

---

sione de' corpi, di cui noi abbiamo detto il nostro sentimento in passato, diremo solo, che l'acqua esposta al voto ad una temperatura media non solo non bolle, ma non si vaporizza che in picciola porzione, e si forma nell' interno del recipiente un' atmosfera che appena è atta a sostenere il mercurio nel barometro qualche linea. Laddove l'etere, posto nello stesso caso, può formare un' atmosfera sotto il recipiente atta a sostenere anche 20 pollici il mercurio. L' affinità del calorico per l'acqua sopra a cui si è fatto il voto, non è dunque atta a convertirla in fluido aeriforme, facendola bollire, o altrimenti. Il peso dell' atmosfera è già indifferente alla maggior parte dei corpi della natura.

(431) La cosa sarebbe bizzarra assai, se dopo che si è creduto di dimostrare che il fuoco fissato ossia il flogisto, è parte intrinseca e talvolta principale del peso dei corpi, ec., ora si venisse a scorgere che questo medesimo ente cessa di aver peso alcuno sensibile, qualora si ponga in libertà. Ne verrebbe allora una con-

altri han creduto di poterlo dimostrare. Il primo fra gli altri ha scritto un intero Trattato su di tal particolare. La maggior parte de' loro argomenti è dedotta dal peso considerevole, che i metalli acquistano colla calcinazione: il qual peso lo suppongono essi originato dal fuoco che in quelli s' introduce durante l' operazione suddetta. Quando ciò sia lontano dal vero ci proporremo di esaminarlo a luogo più opportuno (432). Per ora osserveremo, che altri si sono appigliati al partito di paragonare il peso d' un metallo rovente a quello ch' egli ha essendo raffreddato. Allegano eglino tra gli altri l' esperimento del conte di Buffon, il quale asserisce, che una palla di ferro del peso di 49 libbre e 9 once, coll' essersi fatta arroventare al fuoco pesò 49 libbre ed 11 once; cosicchè vi furono 19 grani, ed $\frac{3}{5}$ di aumento in ciascheduna libbra di quel metallo. Ma oltreachè cotesto argomento prova troppo, come suol dirsi nelle scuole, non essendo possibile che il fuoco abbia un peso così notabile, conviene sapere, che in altri moltissimi esperimenti praticati da Boerhaave, e da parecchi altri Fisici, si è rilevato che i metalli di gran massa, arroventati, o anche esposti al fuoco durante lo spazio di tre anni, non hanno acquistato il menomo peso sensibile.

1102. Il sagace Musschenbroek avendo ottenuto anch' egli risultati analoghi a cotesti, si è ingegnato molto giudiziosamente di trarre da' medesimi una prova del peso del fuoco. Se il fuoco, dic' egli, non aumentasse il peso de' corpi che investe, il metallo arroventato

traddizione in fatto, cioè che il fuoco sia pesante quand' è combinato, e non pesante quand' è fuori di combinazione o in istato libero. A che conduce mai la teoria flogistica? Realmente nè il calorico nè la luce, che formano il fuoco, hanno alcun peso sensibile, sieno essi combinati coi corpi, o si trovino nello stato libero (vedi nota 83 e seg.).

(432) Noi abbiamo già dimostrato precedentemente che l' aumento dei metalli è unicamente dovuto all' ossigeno che si combina col metallo stesso (vedi note 132 e seg.).

tato non potrebbe aver giammai lo stesso peso che il freddo; imperciocchè essendo quello dilatato dal fuoco, ed accresciuto di volume (§. 1088), dovrebbe pesar meno di quanto è freddo, allorchè il volume è minore; e ciò per le ragioni assegnate nel §. 597. Uopo è dunque attribuire al peso aggiunto dal fuoco l'equilibrio, che il ferro arroventato forma con se medesimo qualora sia freddo.

1103. Ma cosa mai direbbe un sì dotto filosofo s'altri gli dicesse, che in una lunga serie di espetienze istituite in Inghilterra dal signor Whitehurst con oro, e con ferro, pesati con una bilancia sensibilissima, capace di traboccare con $\frac{1}{2000}$ di grano, si trovò costantemente, che siffatti metalli pesavano più essendo freddi, che caldi; e che in altri esperimenti, fatti da altri soggetti in presenza di parecchi membri della Società Reale, ora si ebbero i medesimi risultati, ed ora risultati contrarj. Se dunque la riuscita di cotali esperienze non è sempre la medesima; s'ella è favorevole, o contraria all'idea de' mentovati Filosofi, a tenore di circostanze, cui ignoriam dell'intutto; la prudenza esige, che non si tragga da esse veruna conseguenza; e quindi che si abbia per fermo, che quantunque il fuoco sia indubitatamente dotato di peso, pure attesa la sua tenuità, non è egli suscettibile di rendersi palese alla debole efficacia de' sensi nostri (433).

1104.

(433) Queste contraddizioni fra' Fisici sperimentatori dipendono dall'essersi fatta sempre astrazione delle sostanze che possono ricevere, o perdere un dato metallo, sia esponendosi al fuoco, sia agghiacciandosi levato dal fuoco, indipendentemente da ogni peso del fuoco medesimo. Difatto I. Whitehurst pesava il metallo caldo, e scorgeva che freddo pesava di più; ma ciò derivava perchè raffreddandosi il metallo, aderiva tosto ad esso per affinità una picciola porzion d'aria e conseguentemente di acqua contenuta nell' aria stessa. II. Buffon pesava prima la palla di ferro, e trovava che

1104. Dopo che il fuoco libero investendo e penetrando la sostanza de' corpi combustibili, li dilata ed espande in tutte le direzioni (§. 1088), se mai avviene che egli possa continuar la sua azione al disopra di quelli, cagiona un moto sì violento nelle loro particelle, che giugne a disgregarle e a disciorle dell' intutto, portandole al di là della loro sfera di attrazione; dimanierachè quelle che son più volatili, se ne scappan via in forma di vapore, ovver di fumo; e le rimanenti divengon carbone, cenere, calce, o altra cosa simigliante. Si può questa riguardare come la seconda proprietà del fuoco libero (434).



che aumentava di peso per l'azione gagliarda del fuoco, senza scorgere che quest'aumento dipendeva unicamente da un dato grado di ossidazione del ferro, occasionato dall'essersi innalzata la temperatura del ferro, a segno di renderlo combinabile con poco ossigeno, da cui ne seguiva un necessario aumento di peso. III. Altri esponevano de' metalli al fuoco, e negavano l'aumento e minorazione loro, poichè i metalli ch'esponevano, non erano atti ad ossidarsi, come il ferro, sebbene esposti ad alte temperature per anni interi. IV. Altri infine facevano de' ragionamenti chi per volere l'aumento, e chi la diminuzione, senza scorgere che ravvicinati gli effetti tutti alle cause che li producevano, ne doveva necessariamente risultare che il calorico come calorico non comunicava nè toglieva peso sensibile ai corpi. Un carbone ben asciutto, per esempio, esposto che sia in vaso chiuso al fuoco, cioè in modo che l'aria esterna non abbia accesso, cala di peso, perchè ad una forte temperatura, scaccia dalle sue molecole una quantità d'aria ch'era loro aderente ed in istato di gran densità; ma poscia questo stesso carbone, esposto che sia un'altra volta all'aria asciutta, ne assorbe di nuovo una quantità, ed aumenta di peso. Ecco che ignorandosi la causa di quest'effetto, sembrerebbe egli provare che il fuoco rovente fa calare, piuttosto che crescere un corpo asciutto in cui non vi fosse il contatto dell'aria esterna. Da tutti gli sperimenti possibili non si giungerà dunque mai ad inferire che il calorico, combinandosi coi corpi, ne accresca, o diminuisca il peso.

(434) Dopo che il fuoco dell'Autore, cioè il calorico, ha investi-

1105. La terza proprietà consiste in una certa tendenza, ch'egli ha a diffondersi uniformemente verso tutte le parti, e a distribuirsi in ugual dose ne' corpi circonvicini. Una verga di ferro rovente esposta all' aria libera si raffredda dopo un certo tempo: e se si pone su di un'altra simile verga, che abbia solamente la temperatura dell'aria, acquisteranno entrambe il medesimo grado di calore; e dopo qualche tempo si ridurranno ambedue alla temperatura dell'aria che le circonda. Il fuoco dunque si diffonde dalla verga nell'aria, oppur da quella in un'altra simile verga non rovente, altrimenti non potrebbon ridursi entrambe alla stessa temperatura, siccome vien chiaramente indicato dal termometro. Lo stesso accade mescolando due quantità eguali di liquidi omogenei, uno de' quali sia più caldo dell'altro. Dopo seguita la loro mescolanza un tormometro immersovi indica manifestamente essersi il fuoco distribuito ugualmente in ambidue i fluidi; inguisachè se la loro temperatura prima di esser mescolati era in uno di 50 gradi, e nell'altro di 20; dopo la mischianza sarà in ambidue di 35: segno evidentissimo, che la differenza 30 si è ugualmente distribuita fra

sito, penetrato, espanso, disgregato, e disciolto del tutto le molecole dei corpi, noi diciamo che queste molecole non vengono portate altrimenti al di là della loro sfera di attrazione; poichè entrando esse come parte di un composto, si ritrovano disciolte in un fluido ed equiponderate eguabilmente in tutto il composto; e quindi l'attrazione sussiste pienamente fra tutte le molecole del composto, come sussiste nelle molecole dei corpi separatamente presi. Le molecole dello zucchero disciolte nell' acqua non vengono portate fuori della sfera della loro attrazione, come le molecole dell' acqua contenendo lo zucchero in dissoluzione, non sono portate elleno stesse fuori della loro sfera di attrazione; ma invece le molecole del composto sono tutte attratte fra di loro e tutte eguali in ogni loro parte. Ciò che si dice dello zucchero, sale, ec. disciolti nell'acqua, si dica delle molecole di tutti gli altri

fra tutt'e due i fluidi accennati (435). Questa è dunque la ragione, per cui i corpi infuocati si raffreddano, e i freddi concepiscono del calore.

1106. Ciò però vuolsi intendere qualora non vi sono degli ostacoli, atti ad impedire la mentovata uniforme diffusione; e che abbia il fuoco il tempo richiesto per potersi trasfonder ne' corpi; essendo noto per esperienza, che non tutti i corpi sono ugualmente atti ad esserne penetrati colla stessa facilità e prontezza; come nè anche nella medesima dose (436). Codesti ostacoli derivar possono dalla varia tessitura e qualità de' corpi; dalla loro differente massa; dal diverso colore; dal differente grado di affinità col principio igneo; e da altre simili cagioni. Così il ferro si riscalda più facilmente che il marmo: un fil di ferro sottile si accalora più prontamente di una gran lamina dello stesso metallo: l'acqua del mare non ha lo stesso grado di calore a diverse profondità, siccome fu sperimentato dal dottor Irwing, e dal capitano Phipps, col mezzo del termometro del sig. Cavendish (molto atto a tal uopo) nel loro viag-

 gio

tri corpi disciolti nel calorico. I corpi poi, che non hanno affinità col calorico, non si disciolgono in esso, e rimangono fissi a date temperature, come le ceneri, la calce, ec.

(435) Tutto ciò proverà che nell'acqua, ne' liquidi, ne' solidi omogenei cioè della medesima specie, le loro capacità sono permanenti finchè si mantengano nel medesimo stato, e che quindi mescolandosi due quantità eguali di acqua, per esempio, a temperature diverse ma note, vi sarà sempre una coincidenza fra la media aritmetica e la temperatura che ne risulterà. Questo esempio però, trattandosi di corpi della medesima specie e stato, non significa altrimenti che il calorico si *distribuisca in egual dose ne' corpi circonvicini*, come accenna l'Autore; il che è anzi assurdo per esperienza, poichè le capacità dei corpi per contenere il calorico fra le molecole, variano, o possono variare, come variano le specie e lo stato loro (vedi la nota 376).

(436) Vedi note 376 e seg.

gio al Polo Boreale. Siffatti esempj possono moltiplicarsi all'infinito; sono eglino però pur troppo ovvj, e triviali (437). In simil guisa i corpi di diverso colore non sono atti a riscaldarsi tutti nel sempo stesso, ed al medesimo grado; scorgendosi da' fatti, che le loro attitudini ad esser penetrati dal fuoco ( quando le altre circostanze vadano del pari ) variano secondo l'ordine de' colori nel prisma, di cui ragioneremo in appresso. Prendete un pezzo di panno, il quale sia tinto a strisce di varj colori, talchè vi sia il blù, il verde, il giallo, il rosso, ec: bagnatelo ben bene nell' acqua: indi esponetelo al fuoco: vedrete senza dubbio, che il fuoco non opererà ugualmente, su coteste diverse liste; cosicchè non essendo ugualmente, e con ugual prontezza penetrate da quello, si asciugherà prima la lista di color violetto, poscia quella di color d'indaco, indi la blù; ed in ordine la verde, la gialla, quella di color d'arancio, e la rossa. Ciò combina di fatti colle scoperte di Newton, cui esporremo a suo luogo; cioè a dire, che i corpi coloriti assorbiscono la luce in maggiore, o minor copia corrispondentemente a' loro colori, e coll' ordine testè dichiarato. E poichè il nero assorbisce tutt'i raggi, ed il bianco gli riflette, e gli discaccia dell' intutto, si rileva concordemente dall' esperienza, che i corpi di color nero si riscaldano assai più facilmente, e concepiscono un calore più intenso de' bianchi (438). Un termometro, ch' esposto direttamen-

(437) Vedi note 376 e seg.

(438) Moltissimi Fisici riportarono, come fa il nostro Autore, il singolarissimo fenomeno del vario grado di calore che concepiscono alcuni corpi del tutto eguali fuorchè nel colore, esposti all' aria aperta nelle medesime circostanze, e nessuno si occupò d'indagare qual esser potesse la causa fisica di questo fenomeno. A noi sembra facilissimo lo spiegarla. Riflettasi I. Che il calorico e la luce, come abbiam detto, formano il fuoco. II. Che il calorico e la luce sono sparsi egualmente in ogni punto della nostra atmosfera

mente a' raggi del sole, ascese al gr. 108 di Farenheit, s' innalzò poscia al gr. 118 quando la sua palla fu tinta di nero con un po' d' inchiostro della china. Su i campi di torfa, ch' è una specie di terra grascia di color nero, di cui si fa uso in Fiandra, in Olanda, ed in altri paesi invece di carbone, non vi si può passeggiare in tempo di estate senza risentire ne' piedi un fortissimo calore. Ne ho fatto l'esperienza io stesso nel mio passaggio da Breda ad Antuerpia, ove la detta torfa si trova abbondantissima; e ho ritrovato un gran divario tra il calor di que' siti, e quello de' luoghi adiacenti forniti d' altre terre. In alcuni paesi



fera, e debbono per conseguenza essere in un contatto scambievole le une colle altre le molecole di questi corpi. III. Che ciò basterebbe, perchè determinandosi per attrazione in un corpo una corrente del fluido luce, o del fluido calorico, venisse ad essere strascinata nel corpo stesso o una porzione di luce col calorico, o di calorico colla luce. IV. Che dovendo ciò avvenire puramente per legge meccanica, ne deve seguire che tutti que' corpi che avranno, per esempio, un' eguale affinità pel calorico, ed un' attrazione maggiore per la luce, dovranno minifestare un maggior grado di calore di quelli che avendo un' eguale affinità pel calorico, avranno una minore attrazione per la luce stessa. V. Che per conseguenza i due estremi nella quantità di calorico che per cagione del colore delle superficie può essere attratto, debbono riscontrarsi nel nero per lo più, poichè la superficie nera assorbe tutti i raggi, e nel bianco per lo meno possibile, poichè la superficie bianca riflette, o scaccia tutti i raggi. VI. Che questo è appunto ciò che avviene per esperienza, vale a dire che il panno nero, per esempio, si profonda nella neve a quelle medesime circostanze che il panno bianco non si profonda un momento nella stessa. VII. Che quest' effetto deve essere molto più grande se si ammetta ch' esista un qualche grado d' affinità fra il calorico e la luce, come sembra certissimo. VIII. Che finalmente i corpi colorati intermedj, a circostanze eguali in tutto, fra il bianco ed il nero, dovranno ammettere più calorico in proporzione alla loro maggiore attrazione per la luce; il che avviene di fatto per esperienza.

Ecco come ben concepiti alcuni principj, essi servono mirabilmente alla spiegazione di un gran numero di fenomeni importantissimi.

freddi, ove il sole non ha molta efficacia, tingonsi di nero le pareti, a cui sono appoggiati gli alberi a spalliera per far sì, che quelli in se ritengano il calore (439). Uno specchio ustorio di marmo nero, od anche uno di metallo; coperto di nero di fumo, si riscalda immediatamente a' raggi del sole, quantunque non produca nel suo foco il menomo grado di calore; tutt' al contrario di quel che succede in altri specchi, i quali non son tinti di nero; poichè questi non si accalorano punto, ma facendo rimbalzare i raggi dalla loro superficie, fanno loro produrre nel punto di riunione un calore violentissimo (440). Dovremmo da ciò esser pienamente persuasi del vantaggio che le vesti bianche recar ci possono in tempo di estate per tenerci alquanto guardati da' gran caldi, e conseguentemente della superiorità che hanno a questo riguardo le vesti colorite, in tempo d'inverno (441).

1107.

---

(439) Per comprendere la causa di tutti questi effetti, vedi la nota precedente.

(440) Dopo le cose dette antecedentemente, si comprende facilmente la cagione per cui i citati specchi non facciano fuoco, atteso l' assorbimento parziale di luce e di calorico che si fa dal color nero in ogni punto dello specchio; il che impedisce che i raggi solari composti di luce e di calorico si riflettano e si uniscano in un punto solo; come avverrebbe, se non esistesse questo assorbimento parziale in tuti i punti della superficie concava dello specchio ( vedi nota 438 ).

(441) Come i corpi esposti, ove esiste luce e calorico, ed aventi una data attrazione per la luce, vengono penetrati da una quantità di calorico maggiore di quella da cui sarebbero penetrati se la luce non vi fosse; così reciprocamente avviene ch' esponendosi un corpo che non abbia nessuna attrazione per la luce, com' è il color bianco che la riflette; essa nel riflettersi faccia deviare dal contatto di questo stesso corpo una porzione di quel calorico stesso ch' entrerebbe se la luce non vi fosse; il che, com' è di fatto, stabilisce realmente l' esistenza di una data affinità fra il calorico e la luce ( vedi nota 438 ).

1107. I dichiarati fatti, ed altri di tal natura ci dimostrano ad evidenza l'error di Boerhaave, il quale immaginava che il fuoco si distribuisse ne' corpi in modo tale, che la sua quantità fosse sempre proporzionale al volume di quelli, non ostante che alcuni fossero più densi degli altri; laddove costa da sperienze più recenti ed esatte, ch'egli non vi si distribuisce nè in ragion del volume, nè in quella della massa, ma che vi deve anche entrare a calcolo il vario grado di affinità, che i corpi hanno con siffatto principio: il qual grado di affinità essendo il medesimo ne' corpi omogenei, come sono acqua ed acqua, mercurio e mercurio, ne siegue poi, che in cotesti la distribuzion del fuoco si fa in ragion de' volumi, secondo l'idea di Boerhaave (442).



(442) Vedi nota 376 e seg.



# LEZIONE XXII.

## *Proseguimento della teoria del Fuoco.*

1108. Dichiarate fin qui le proprietà del flogisto e del fuoco, possiam proporre ormai le opinioni di alcuni moderni Filosofi intorno alla loro natura; a cui seguirà poscia l'esposizione di talune altre ragionevoli conghietture relativamente allo stesso soggetto (443).

### ARTICOLO I.

*Sentimento di alcuni moderni filosofi intorno alla natura del Fuoco e del Calore.*

1109. Le diverse opinioni de' Fisici intorno a questo punto si possono giustamente ridurre a due classi principalissime. La prima abbraccia il sentimento di coloro, i quali riguardano il fuoco come una sostanza determinata e particolare, distinta da' corpi infuocati; e l'altra si riduce alla supposizion di quegli altri, i quali non considerandolo come un essere singolare, hanno immaginato, ch'egli si produce in Natura per via di mezzi meccanici, che cagionando un certo moto violento, e perturbato nelle particelle de' corpi, fanno sì, che i medesimi convertansi in fuoco, il quale per conseguenza non differisce dalle particelle de' cor-

(443) Alle teorie dei varj Fisici, che ora riporta l'Autore, noi non faremo alcuna annotazione, lasciandone pienamente l'esame ed il giudizio al Lettore. Crediamo soltanto utile che il giovane studioso non perda mai di vista particolarmente le note 54, 83 e 376.

corpi stessi. Il celebre Bacone, il Boyle, e il cavalier Newton, veggonsi alla testa dei partigiani di questa tal supposizione; e le ragioni principali, onde son tratti a difenderla, derivano dal vedere, che non fa mestieri d'altro, se non se di moto per eccitare in qualsivoglia corpo fuoco e calore. I chiodi fortemente battuti, le seghe, le trivelle, ed altri simili ordegni, riscaldansi, e s'infiammano durante i lunghi lavori, siccome abbiam veduto (§. 1084). L'acciaio produce delle scintille col batter la selce.

1110. Ciò però altro non prova, se non che il fuoco esiste in tutti i corpi, e non v'ha bisogno di altro, se non se de' mezzi convenienti per poternelo sprigionare: uno de' quali mezzi abbiam già osservato essere lo stropicciamento. Come in fatti se il fuoco non differisse punto dalle particelle de' corpi poste in moto, come mai sarebbe possibile, che una semplice scintilla cagionasse talvolta un orribile incendio? Per far ch' ella riducesse in fiamme un'intera selva, converrebbe assolutamente, che producesse un'azione violentissima, atta a produrre un moto sensibile, e perturbato in tutte le parti di quella: ciocchè è affatto contrario alle leggi della Dinamica, e per conseguenza assurdo.

1111. Egli è dunque assai più ragionevole, e del tutto consentaneo a' fatti il vedere, che il fuoco sia una sostanza particolare, affatto distinta dalle particelle de' corpi. Questa è l'opinione, a cui si attiene la maggior parte de' Fisici moderni. V'ha però de' dispareri anche tra essi nello sviluppo e nell'estensione di codesta ragionevole idea. Nel porre in chiaro questa tal proposizione, daremo un breve ragguaglio di tutto ciò che riguarda un sì importante soggetto.

AR-

## ARTICOLO II.

### *Nuovo Sistema di Cravvford sulla natura del Fuoco e del Calore.*

1112. Sono alcuni di sentimento, e tra essi v'è Muschenbroek, s' Gravesande, ed altri della stessa scuola, che il fuoco e il calore sieno la stessa cosa: col solo divario, che il fuoco in picciola quantità produce il calore; laddove essendo abbondantissimo, va col calore accompagnata la fiamma. Siffatto fuoco e calore sviluppansi, giusta la loto idea, da' corpi combustibili nell'atto della loro combustione. Il signor Cravvford al contrario, dotto chimico inglese, in una sua Opera intitolata: *Esperimenti ed Osservazioni sul calore animale, ec.*, ch'egli pubblicò in Londra nel 1779, e ch'è stata poi notabilmente da essolui accresciuta, e ristampata nel 1788, cerca di stabilire un nuovo sistema su tal punto, appoggiato principalmente sull' idea, che i corpi combustibili non contengono il fuoco in se stessi, ma lo ricevono dall'aria nell'atto della combustione. L'essenza di questo ragionevolissimo sistema, su di cui ho avuto il piacere di conferir più volte coll'anzidetto suo Autore, è quello che qui siegue.

1113. Calore, fuoco elementare, e fuoco puro, secondo l'idea di codesto scrittore sono vocaboli sinonimi; e per essi vuolsi intendere un ignoto principio, il quale entra nella composizione di tutt'i corpi. Però non tutt'i corpi (per servirmi della sua espressione) hanno la medesima capacità di contenerne; cioè a dire non tutti hanno con esso il medesimo grado di affinità; ma altri sono atti a contenerne più, ed altri meno, secondo la differenza della loro natura. Questo fuoco, o calore che dir si voglia, non solamente è diverso dal flogisto, ma è altresì un fiero antagoni-

sta

sta del medesimo; attesochè mercè l'azione del calore su i corpi, si scema la forza della loro attrazione col flogisto; ed in virtù dell'azion del flogisto si diminuisce similmente il loro attrattivo potere col calore; dimanierachè una porzione del calore naturalmente esistente nella sostanza de' corpi come principio elementare, vien cacciata via da quelli allorchè vi s'introduce una porzion di flogisto; non altrimenti che una parte di codesto viene obbligata ad uscirne tutte le volte che vi s'insinua una data quantità di calore. Tostochè questa ue venisse sviluppata di bel nuovo, il flogisto vi accorrerebbe nell'istante a rimpiazzare il luogo abbandonato da quella; e così a vicenda. Ciò non differisce punto da quel che siegue nella separazione dell'aria dalle terre, o dagli alcali, col mezzo degli acidi, e nel riunirsi ch'essa fa di bel nuovo nell'atto della separazione degli acidi stessi. Versate su d'un alcali dolce un po' di acido vitriolico; se ne svilupperà subito una quantità di aria fissa: fate che il detto acido si estragga di bel nuovo dallo stesso alcali; l'aria andrà immantinente ad occupare il suo luogo.

1114. Le fondamenta di questo sistema lungi dall'essere ipotetiche, veggonsi appoggiate su d'un gran novero di accurati e decisivi esperimenti, i quali ci dimostrano in primo luogo esser l'aria pura così doviziosa di calore, ossia di fuoco elementare, che se il medesimo non si dissipasse nell'atto ch'ella si converte in aria fissa, ed in vapore acquoso, sarebbe sufficiente a riscaldare entrambi a un grado che sopravanzerebbe di quattro volte l'eccesso del calore del ferro arroventato sull'ordinaria temperatura dell'atmosfera. Costa d'altronde mercè il lume dell'esperienza, che qualora un corpo infiammabile sia renduto incapace, mercè la combustione, di alimentar più lungamente la fiamma per essere rimasto del tutto privo del suo flogisto ( 1073 ), assorbisce avidamente una gran quanti-

tà

tà di calor e assoluto; laddove ricuperando egli la sua infiammabilità col rendergli il già perduto flogisto, scaccia via da se una ugual quantità di calore. Per maggior chiarezza serviamci d'un esempio. La calce di rame contiene in se presso al doppio di calore di quel che contiene il rame stesso. Or se esponendo la detta calce all'azion del fuoco a contatto di sostanze infiammabili, si fa sì, ch'ella si ravvivi, o vogliam dir, si converta in rame, soffrirà ella immantinente una perdita della metà del suo calore: facendo calcinar il rame di bel nuovo con ispogliarlo del suo flogisto, vedrassi tosto ricuperare quella quantità di calore, che avea perduta dianzi. Lo stesso vuolsi intendere di altre sostanze, intorno a cui ci astenghiamo di rapportarne gli esempj. Se dunque l'aria pura è assai doviziosa di calore, il quale se ne stacca effettivamente a misura che vassi ella impregnando di flogisto; e se i corpi infiammabili assorbiscono realmente il calore a misura che il processo della combustione li va privando di mano in mano del lor principio infiammabile; natural cosa è il conchiudere che l'aria, e non già il principio infiammabile, somministra il calore nell'atto della combustione; e che il calore e il flogisto sono realmente antagonisti tra loro, siccome asserisce il signor Cravvford. Coll'applicazione di siffatto principio, dedotto da esso lui, come si è detto, da una lunga serie di bellissimi esperimenti, rende egli ragione non solo di ciò che siegue ed accompagna la combustione de' corpi, ma eziandio della sorgente e della conservazione del calore animale.

1115. Applicate l'azione del fuoco libero, della luce concentrata, oppur dello sfregamento, ad un corpo combustibile, il quale per natura abbonda di flogisto, e contiene una picciola copia di calore: ne avverrà necessariamente, che il detto flogisto ne sarà sprigionato, e cacciato fuori. In conseguenza de' principj stabiliti dal sig. Cravvford, aumentandosi nel corpo

com-

combustibile la capacità di assorbire il calore per lo già seguito sviluppo del flogisto ( §. 1113 ), staccherassi quello nell' istante medesimo dall'aria atmosferica contigua a quel tal corpo, la quale a tenore de' suoi sperimenti è doviziosa di calore; e correndo verso il corpo già detto, andrà ad occupare il luogo abbandonato dal flogisto, nell'atto che quest'ultimo s' unisce all'aria, che si è spogliata del calore. Per la qual cosa l'aria divien flogisticata, oppur si converte in vapore acquoso, ed in gas acido mofetico ( §. 814 ). Or se l'indicato calore assoluto comunicatosi al corpo combustibile, per esser copioso fuor di modo, divien ridondante, talchè venga obbligato ad uscir da quello con grandissima velocità, si converte tosto in fiamma; e per la proprietà che ha di diffondersi uniformemente dappertutto, produce un caldo sensibilissimo tutt' all'intorno sino ad una certa distanza. Se mai un tale sviluppo si fa lentamente, talchè non si possa accumulare sul corpo combustibile, si comunica egli a' corpi circonvicini, e si dissipa senza produrre la menoma infiammazione. Sicchè a buon conto nell'atto della combustione il calore, ossia il fuoco, viene sviluppato dall'aria, e si va ad insinuare nel corpo combustibile, a misura ch'egli si spoglia del proprio flogisto.

1116. Colla guida degli stessi principj rende egli ragione agevolmente dell'accrescimento e della violenza, cui prende il fuoco col soffiarvi sopra per via di un mantice, o col dirigerli contro una nuova e successiva corrente d'aria fresca; essendo cosa pur troppo chiara, che per via di tali mezzi si accresce la quantità dell'aria atmosferica intorno al fuoco, la quale contenendo in se una picciola quantità di flogisto, ed una copia grandissima di calore, è nello stato di assorbir quello, e di trasfonder questo nel corpo combustibile; cosicchè accumulandosi e concentrandosi il calore attorno di esso, dovrà necessariamente produrre

una

una fiamma vivacissima, e cagionare nel tempo stesso un caldo assai sensibile. E poichè dopo di avere un corpo combustibile bruciato per qualche tempo in un luogo perfettamente chiuso, l'aria ivi esistente divien flogisticata, e trovasi priva nel tempo stesso della sua natural dose di calore; uopo è, che la sorgente dell' infiammazione venga a mancare, e ch'egli finalmente si estingua. Questo è in fatti ciò che avviene ad una candela accesa, od anche ad un corpo infuocato, qualora tengasi racchiuso dentro di una capacità qualsivoglia, ove l'aria non si può rinnovare in verun modo.

1117. Or siccome l'aria deflogisticata racchiude in se una tenuissima quantità di flogisto, ed una copia grandissima di calore a fronte dell'aria atmosferica, seguir ne dee per necessità, che dovrà ella esser più atta di questa ad avvalorar l'infiammazione de' corpi, ed a mantenerla per lungo tempo, siccome abbiam veduto di fatti addivenire (§. 783).

1118. Il meccanismo, onde si sviluppa il calore animale giusta il sentimento del citato Autore, non differisce punto da quello della combustione. Imperciocchè siccome nell'atto della combustione l'aria comunica il calore al corpo combustibile, e ne riceve in contraccambio il flogisto (§. 1115); così nell' atto della respirazione il sangue trasfonde il suo flogisto all'aria, e questa gli comunica il calore. Che l'aria contenga in se del calore a gran dovizia, vien chiaramente dimostrato da un gran novero di decisivi esperimenti (§. 1114.). Che il calore contenuto nell'aria si assorbisca dal sangue nell' atto della respirazione, si rileva dal considerare in primo luogo, che gli animali che respirano, veggonsi avere un maggior grado di calore di quegli altri, i quali son privi degli organi della respirazione: 2°. che tra gli animali, cui diciamo a sangue caldo, i più calorosi son quelli, i cui organi respiratorj sono più ampj, e i quali per neces-

cessaria conseguenza respirano una maggior quantità di aria in proporzione del loro volume; disortachè essendo gli uccelli dotati di ampj organi della respirazione a fronte degli altri animali, scorgesi effettivamente possedere essi il maggior grado di calore : 3°. che nello stesso animale il grado del calore è in qualche modo proporzionale alla quantità dell'aria da esso ispirata in un dato tempo ; ond'è, che il calore animale si aumenta notabilmente in forza dell'esercizio del corpo, ed in virtù di tutti quegli altri mezzi, la cui mercè si promuove e si accelera la respirazione : 4°. finalmente, egli è cosa fuor di dubbio, che dell'aria atmosferica ispirata $\frac{1}{4}$ si converte in vapore acquoso, e i rimanenti $\frac{3}{4}$ cangiansi in aria fissa col mezzo della respirazione ( §. 862 ). Costa d'altronde da' nuovi esperimenti del signor Cravvford, che il caloro comparativo dell'aria pura è a quello dell'aria fissa e del vapore acquoso, in cui ella si converte entro a' polmoni, come 3 ad 1. Se dunque l'aria ch' esce da' polmoni, in se contiene $\frac{1}{3}$ parte soltanto del calore ch'era in quella che vi si è internata; uopo è dire, che questa abbia deposto quasi tutto il suo calore entro a' polmoni, e quindi si sia impregnata di flogisto.

1119. Che nell'atto della respirazione si trasfonda dal sangue nell'aria una certa quantità di flogisto, vi son parecchi fatti luminosi, che concorrono a gara a dimostrarlo; e noi ne abbiam già rapportati alcuni nel corso delle Lezioni antecedenti. Che anzi alcuni esperimenti dimostrano che la quantità dell'aria alterata dalla respirazione di un uomo nello spazio di un minuto, pareggia quella che si altera dal bruciar d'una candela nello stesso tratto di tempo, cosicchè da ciò si deduce, che un uomo assorbisce di continuo, e senza veruna interruzione, tanta copia di calore dall' aria, quanta se ne sviluppa da una candela che brucia. Dietro la scorta fedele di siffatti principj, che chiaramente

te dimostrano che il laboratorio, diciam così, del calore animale consiste principalmente negli organi della respirazione, mercè di cui si trasfonde ne' viventi quel *principio vitale*, ch' è cotanto necessario alla conservazione della loro vita, ecco come ragiona il signor Cravvford intorno al modo, onde seguir dee una tale trasfusione. E' cosa dimostrata, che nell'atto della respirazione sviluppasi il flogisto dal sangue, e si trasfonde nell'aria già introdotta ne' polmoni (§. 771). A tenore dunque del dichiarato principio (§. 1113), si accrescerà nel sangue la capacità di assorbire il calore, e si scemerà corrispondentemente nell'aria la capacità di contenerlo. Forz' è dunque, che il medesimo si distacchi dall'aria, e vada a combinarsi col sangue.

1120. Or siffatta copia di calore, onde il sangue s'impregna, internandosi ne' polmoni, dee necessariamente passar nel cuore per la vena polmonare, e quindi diffondersi per tutto il corpo per le vie del sistema arterioso. E siccome il flogisto abbandona il sangue qualor passa pei polmoni, per unirsi all'aria, con cui ha egli maggiore affinità; così circolando quello per le arterie, il flogisto che si sviluppa da tutte le parti del corpo, le quali tendono per natura alla putrescenza, abbandona le parti medesime per unirsi al sangue; avendo egli con questo maggiore affinità che con quelle. Ecco impertanto una cagione efficacissima, per cui il calore esser dee obbligato ad uscir dal sangue per quindi trasfondersi nelle varie parti del corpo (§. 1113); ed ecco l'origine e la sorgente perenne del calore negli animali.

1121. Spogliato il sangue nello scorrer per le arterie del calore acquistato ne' polmoni, la sua capacità di assorbire il flogisto troverassi molto accresciuta nel passaggio ch' egli fa nelle vene: se ne andrà egli dunque impregnando di mano in mano per iscaricarlo finalmente sull'aria introdotta nell'organo della respira-

zio-

zione, siccome si è già detto ( §. 1118 ). Risulta in fatti dagli esperimenti del mentovato Scrittore, che il calore comparativo del sangue arterioso è a quello del sangue venoso come 11 $\frac{1}{2}$ a 10; e che quest'ultimo è doviziosissimo di flogisto. A stabilire fermamente questa soda teoria sembranmi conducentissimi gli esperimenti del dottor Priestley, onde risulta che il color rosso vivace del sangue arterioso acquista una certa lividezza tostochè si espone al contatto dell' aria infiammabile, o di qualunque altro fluido aereo dovizioso di flogisto; siccome d'altronde il color livido del sangue venoso cangiasi in rosso vivace qualor rimanga esposto all' aria pura, quand'anche sì nell'uno, che nell' altro caso sia egli racchiuso in una sottilissima vescica. Co'quali risultati convengono eziandio quelli degli esperimenti del dottor Hamilton, il quale mercè l' iniezione dell'aria infiammabile nelle vene di un gatto, non solo ne accrebbe notabilmente la lividezza, ma scemò eziandio la sua tendenza al rappiglio. Se dunque il flogisto è quello che rende il sangue di color livido; e s'egli è certo d' altra parte, che il color rubicondo del sangue arterioso acquista una certa lividezza nel passare pe' minimi vasi capillari nel sistema venoso, e quindi riacquista il suo rossore e la sua floridezza entro a' polmoni; come mai si potrà dubitare che il sangue s' impregni del principio flogistico nel passare pe' minimi vasi capillari entro alle vene, e che quindi se ne scarichi di mano in mano dentro a' polmoni? Dalle quali cose è necessario il conchiudere, che nell' atto della respirazione il sangue altro non fa che spogliarsi del flogisto, ed assorbir del calore; laddove durante la sua circolazione, si va di continuo spogliando di questo, ed imbevendo di quello.

1122. Dallo stabilimento de' dichiarati principj deduce il signor Crawford in un modo assai agevole la spiegazione di parecchi fenomeni riguardanti la com-

bustione e il calore animale; su di cui uopo è consultare la nuova edizione della citata sua Opera (§. 1112).

1123. Al riferito sistema di Crawford è analogo in qualche modo il sistema recentissimo del signor Lavoisier in quanto che anche in questo il fuoco sviluppasi dall'aria, e non già da' corpi combustibili. Noi però ne ragioneremo nell'Articolo VII, ove si tratterà della combustione de' corpi.

## ARTICOLO III.

### *Sistema di Scheele intorno alla natura del Fuoco e del Calore.*

1124. Merita qui certamente d'aver luogo il recente sistema del sig. Scheele, insigne chimico svezzese, pubblicato da essolui nell'anno 1777 nel suo *Trattato Chimico sull'Aria e sul Fuoco*. Sostiene egli, che il fuoco non sia un semplice e puro elemento, qual si reputa da tutt'i Filosofi, ma bensì un misto di aria deflogisticata (cui egli denomina *aria del fuoco*) e di flogisto, insiem combinati: indi si avanza a stabilire che se la dose del flogisto combinato coll'aria anzidetta, oltrepassa quella ch'è necessaria per costituire il fuoco, viensi a generare la luce. Sicchè dunque la luce non differisce dal fuoco, se non se per la picciola quantità di flogisto ch'ella ha di più a fronte di quello: conseguentemente dee riputarsi anch'ella un essere composto, e non già un elemento semplice e purissimo. Finanche i diversi raggi, ond'è composta la luce, contengono in se diverse dosi di flogisto, d'onde poi dipende la varia loro rifrangibilità, come si dirà a suo luogo.

1125. L'aria deflogisticata, dic'egli, forma circa la terza parte della nostra atmosfera. Il flogisto è la parte infiammabile elementare, che penetrando la sostanza di parecchi corpi, vi si mantiene aderente con grandis-

dissima efficacia. Tra tutte le sostanze conosciute, la più atta a separarnelo è la detta aria purissima, con cui ha egli una grandissima affinità, specialmente qualora vi concorrono alcune favorevoli circostanze. Essendo eglino insiem combinati, ne risulta un misto elastico così tenue e sottile, ch' è attissimo a penetrare finanche i pori impercettibili del vetro, e quindi a disperdersi per ogni verso entro all'atmosfera. Trovandosi in tale stato, costituiscono eglino il fuoco; e qualora s' imbattono in sostanze tali, con cui abbia il flogisto un'affinità maggiore di quella ch'egli ha coll'aria, ne siegue immediatamente la loro scomposizione: il flogisto combinasi con quelle tali sostanze, e sparisce; l'aria ripiglia le sue proprietà originarie, e rendesi sensibile. In comprova di tutto ciò risulta dagli esperimenti, che dalla combinazione del flogisto coll' aria producesi il calore; e che facendo passar nell'aria il flogisto, viensi a perdere una quantità assai notabile di cotale aria.

1126. In conferma di codeste sue idee rapporta egli diversi esempj tratti dalla Chimica, atti a provare che le proprietà di parecchi corpi variano a proporzione della maggiore, o minor quantità di flogisto ch' essi ammettono nella loro sostanza; come sono particolarmente l'olio di vetriuolo, e l'acido nitroso.

1127. E' assolutamente impossibile il dare idea in un sì breve estratto, dell'estensione che il dotto Autore citato dà alla sua ipotesi; della facilità, onde spiega i varj fenomeni; della varietà e della forza degli argomenti, ond' egli si affatica molto felicemente per poterla convalidare. Uopo è dunque ricorrere alla divisata sua Opera (§. 1124) per esserne appieno informato. E' giunto egli a render quivi la sua ipotesi sì naturale ed importante, che l' insigne cavalier Bergman suo compatriotto dopo di aver ripetuti e verificati i numerosi esperimenti addotti in conferma di quella, asserisce francamente, che il volerla riguardare

come una vana sottigliezza, e il credersi in diritto di averla in dispregio, non può derivare da altro, se non se da una infinità di pregiudizj, e dall'essere in preda della più stupida ignoranza.

## ARTICOLO IV.

### *Sistema di Wallerio sulla natura del Fuoco e del Calore.*

1128. Il signor Wallerio, chimico svedese assai rinomato, sostiene con varj argomenti, che il principio infiammabile, ossia flogistico, è assolutamente distinto dalla materia del calore. Quello difficilmente si unisce co' corpi, e non gli abbandona, se non lentamente e con istento; questa al contrario è un principio attivissimo, sommamente mobile e volatile, atto a penetrare agevolmente tutte le specie di corpi, e ad abbandonarli colla stessa prontezza. I metalli arroventati possono perdere il lor calore raffreddandosi, ma non restano privi perciò del principio infiammabile, che certamente in essi rimane, e che si sviluppa d'ordinario in forza della singolare mobilità e volatilità della materia calorifica. Per esser questa assai fluida e vigorosa, e perciò atta ad internarsi, come si è detto, ne' pori de' corpi i più solidi, e quindi a discioglierli, ne siegue poi, che in essa appunto risiede il principio di fluidità di tutt' i corpi.

1129. Ora il corpo secondo le idee del citato Autore consiste propriamente nel moto di coteste due materie distinte; cioè a dire della materia infiammabile o flogistica, e di quella del calore; dimodochè al minimo moto delle loro particelle si genera tosto una semplice scintillazione: se il loro moto divien più sensibile e vigoroso, producesi l' infuocamento de' corpi; e finalmente la fiamma, ove il detto lor movimento facciasi oltremodo sensibile e gagliardo.

1130.

1130. Malgrado però cotali idee afferma l' egregio Autore, che la forza del fuoco, ed il calore, non sono punto proporzionali a' rammentati gradi di movimento; scorgendosi coll' esperienza, che il fuoco di paglia, esempigrazia, benchè accompagnato da fiamma grande e vivace, non ha la stessa forza, e non riscalda ugualmente che il metallo arroventato, il carbone acceso, ed altre tali sostanze, il cui infuocamento, e la cui fiamma sono sensibilmente minori. Pensa egli dunque, che il loro potere dipenda piuttosto dal grado di durezza e densità delle particelle del principio infiammabile.

1131. S' innoltra Wallerio ulteriormente ad affermare, che la luce e il fuoco sono due oggetti diversi; e le ragioni principalissime, su cui appoggia egli la sua idea, possono ridursi alle seguenti. In primo luogo la luce non ha bisogno di alcuna sorta di nudrimento, nè di materia infiammabile per potersi mantenere, come si ravvisa ne' raggi solari concentrati mercè d' uno specchio ustorio, i quali godono costantemente della stessa forza, e del medesimo splendore; la qual cosa non si può punto affermare del fuoco. 2°. La luce esercita liberamente la sua azione ne' luoghi chiusi, nello spazio voto, e finanche nell' acqua a grandi profondità, ove francamente sussiste, tutt' altrimenti di ciò che accade al fuoco. 3°. Finalmente il moto della luce è così rapido e vigoroso, che scorre ella immensi tratti di spazio, come dimostreremo più innanzi, in un istante impercettibile; laddove il moto del fuoco è in realtà assai più lento, e progressivo. Or tutte queste proprietà della luce evidentemente dimostrano, dic' egli, non esser ella nè infiammabile, nè calorifica; ma di una specie particolare, totalmente distinta dalle altre materie a noi conosciute.

1132. Crede egli impertanto non essere il sole un corpo ardente, ma bensì un globo di purissima luce, ch' è in realtà una porzione di quella che fu creata da

 Dio

Dio nel primo giorno della creazione del mondo; principio fluidissimo ed attivissimo, ch'è la prima origine di tutt' i moti che fansi ne'corpi, e che dà il vigore e la forza a tutt'i corpi organici. Per la qual cosa quantunque i suoi raggi non sieno per lor natura nè fuoco, nè calore, sono eglino bensì attissimi a produrlo col porre in moto, sviluppare ed eccitare la dovuta efficacia nelle particelle del fuoco, che trovansi appiattate nella sostanza de'corpi, oppure avviluppate e disperse tra i vapori e l'esalazioni, in seno all' atmosfera. Questo è il modo, onde i raggi solari raccolti da uno specchio ustorio fan divampare i corpi esposti al suo foco; e il calore non per altra ragione scorgesi dipender dal sole, ed esser proporzionale in certo modo a'varj periodi del suo giornaliero ed annuo cammino, se non per esser egli più, o meno atto a porre in moto la materia infiammabile avvolta nell' atmosfera e ne'corpi terrestri, a misura che fa egli una breve, ovver lunga dimora al disopra dell'orizzonte; secondochè i suoi raggi sono perpendicolari, oppure obbliqui, e quindi più, o meno addensati e copiosi. Dal che deriva poi il vario grado di calore sì nelle diverse stagioni, che ne'climi differenti.

1133. Varie sono le ragioni ch'egli apporta, per provare che i raggi del sole sono scevri ugualmente di fuoco e di calore: hanno elleno però il principal fondamento sull'osservazione già fatta, che i detti raggi non dan segno nè di fuoco, nè di calore, se non quando s'imbattono in materie solide e combustibili. Così, il lor foco, quando sien essi raccolti da uno specchio, diretto unicamente sull'aria non vi produce il menomo indizio di calore, nè di dilatazione, ne'siti che lo circondano; attesochè le lievi piume, il fumo, ed altri corpicciuoli simiglianti collocati là presso, non vi soffrono la menoma agitazione sensibile. Di più il calor del sole non è affatto proporzionale nè alla sua elevazione, e declinazione, nè tampoco alla diversa

co-

copia de' suoi raggi, variando egli notabilmente finanche nello stesso clima, a norma delle diverse qualità dell'aria, del suolo, della maggiore, o minore elevazione de' luoghi sul livello del mare. Ciò prova, dic' egli, che i raggi del sole non contengono in se del calore, non avendo eglino sempre, e in ogni dove la medesima forza; ma che quello deriva dalla costituzione dell'aria, dalla quantità, dalla purità, e dal vario grado di sottigliezza delle materie infiammabili, ov' essi s' imbattono. Le Cordilliete, che son montagne altissime dell' America meridionale, avvegnachè collocate sotto dell' Equatore, han le cime sì fredde, che rischierebbe di perire agghiadato chiunque osasse di salirvi. Altri esempj e ragioni di tal sorta, atte a confermare il suo sistema, possono risconttarsi nell' eccellente sua Opera, la quale ha per titolo: *dell' Origine del Mondo*.

## ARTICOLO V.

*Sistema di de Luc intorno alla natura del Fuoco e del Calore.*

1135. Il sistema del signor de Luc intorno al fuoco da essolui esposto nell' egregio suo Trattato, che ha per titolo: *Idee sulla Meteorologia*, pubblicato in Londra nell'anno 1787, comechè convenga realmente in qualche parte con quello del signor Wallerio dichiarato dianzi, differisce nulladimeno essenzialmente da quello. Or secondo le idee del testè mentovato illustre Autore, il fuoco non è un elemento primigenio, come comunemente si crede, nè una sostanza indestruttibile, ma bensì un composto di luce, che gli serve di fluido deferente, e d' una sostanza puramente grave, ch' egli denomina *materia del Fuoco*.

1135. La materia di questa sostanza *isolata* è ignota: si sa però, che combinata ella colla luce, viene a

formare il fuoco, pel cui mezzo la luce entra nella composizione di quasi tutte le sostanze: ed è osservabile ch'ella si distacca dalla luce per virtù d'una semplice compressione.

1136. L'ignota sostanza, con cui la luce è combinata nel fuoco, la priva dell'esercizio della sua facoltà distintiva, qual è quella di produrre la chiarezza, ossia lo splendore; conciossiachè dalla loro chimica unione ne risulta un composto, il quale in vece di seguire una sola e semplice direzione nel suo movimento, la va cangiando di continuo, cosicchè descrive un sentiere tortuoso, ed in certo modo spirale. Da siffatto cangiamento derivano poi non solamente delle differenze nell'esercizio delle facoltà che possedeano i due fluidi separati nello stato di libertà, ma ne risulta eziandio un' alterazione notabile di affinità e di fenomeni singolari, attesochè quelle del fuoco sono differenti da quelle della luce. Sicchè dunque siccome la luce combinata chimicamente col fuoco e con altre sostanze, si sottrae alla vista, e non ricomparisce altrochè nella scomposizione di quelle, così il fuoco d'altra parte si sottrae, oppur si rende discernibile al termometro, a norma delle varie composizioni, o scomposizioni che viene a soffrire. La luce libera, che attraversa rapidamente parecchie sostanze, con cui non ha ella veruna affinità, vien poi ritenuta in tutto, od in parte da moltissimi altri corpi, co' quali l'affinità è più, o meno sensibile; come sono appunto i corpi opachi, cui ella per la ragione addotta è incapace di penetrare, comechè le sue particelle sieno più tenui di quelle del fuoco; ma quand'ella è all'opposto combinata col fuoco rendesi atta a trapassar tutt'i corpi, giacchè veggiamo ch'effettivamente il fuoco vi penetra dappertutto. In simil guisa si scorge che la luce trapassa liberamente il ghiaccio, cui il fuoco non attraversa punto, tranne lo stato, in cui quello cominciasi a liquefare: il qual divario proviene certamente dal cambiamento di affinità che la lu-

luce ha sofferto mercè la sua combinazione col fuoco.

1137. E' il fuoco capace per sua natura di un determinato grado di densità, a cui quand'egli sia giunto, comincia immantinente a scomporsi in qualche parte. Il grado adunque di densità, che può dirsi il massimo, è l'*incandescenza*; nel qual caso soltanto produce il fuoco de' fenomeni fosforici; e ciò si fa perchè le sue particelle addensate fino a quel segno divengono sì vicine l'una all'altra, che quelle che costituiscono la materia del fuoco propriamente detta ( §. 1134 ), si uniscono insieme, ed abbandonano, e lascian quindi scappar via le parti della luce.

1138. I raggi solari non sono *calorifici*, ma semplicemente *fosforici*, siccome crede Wallerio ( 1132 ); che val quanto dire, che il calore da essi prodotto non procede immediatamente da loro medesimi; ed in conseguenza ch' essi non sono fuoco. E se veggiam non ostante, ch' essi riscaldano, ciò avviene in due modi: cioè a dire accrescendo l'espansibilità del fuoco già esistente in uno stato libero, o formandone del nuovo: il che segue allorchè essi s'imbattono nella materia del fuoco in certe date combinazioni, che permettono loro di associarvisi, e di produrre così del fuoco.

1139. I raggi solari formano probabilmente nell'atmosfera una parte del nuovo fuoco, che dee rimpiazzar quello che distruggesi di continuo, non solamente in tutt'i fenomeni fosforici sensibili di codesto fluido, ma eziandio in quelli che non son discernibili a noi per la loro debolezza. E poichè lo stato dell'atmosfera non solo è differente in diversi luoghi, ma sovente si cangia nel sito stesso; da ciò deriva la diversa temperatura dello stesso luogo nelle varie ore e nelle differenti stagioni.

1140. Il nuovo fuoco formasi principalmente negli strati inferiori dell'atmosfera; d'onde nasce che gli strati superiori sono più freddi degl'inferiori, quantunque quelli sieno attraversati da ugual somma di raggi

diretti e riflessi. E poichè gli strati inferiori, a seconda della natura del suolo, possono contenere più materia di fuoco in un paese, che in un altro, s'intende facilmente perchè in paesi diversi, comechè situati nella stessa latitudine, possono regnare temperature differenti.

1141. Siccome la chiarezza, o splendore, è l'effetto d'una sostanza, che dicesi *luce*, in quanto che agisce sull'organo della vista, così il fuoco è una sostanza, la quale essendo libera, produce un effetto distinto, che dicesi *calore*. Sicchè il calore astrattamente considerato non è, che il *grado attuale della forza espansiva del fuoco*, a cui debbonsi attribuire gli efferti meccanici del fuoco stesso; ed il segno visibile dell' azion sua è la dilatazione delle sostanze, che il fuoco investe. Il calore dunque de' corpi è proporzionale all' attuale forza espansiva del fuoco, e non già alla sua densità, ossia alla sua quantità nello stesso spazio; perciò quantità uguali di fuoco, che non esercitano lo stesso grado di forza espansiva in tutte le sostanze, non vi producono lo stesso grado di calore. Dal che poi deriva, che sostanze diverse, comechè della medesima temperatura, possono contenere diversa quantità di fuoco libero; e che una doppia, o tripla elevazione del termometro non sempre indica una doppia, o tripla quantità di fuoco in quelle tali sostanze.

1142. Cotesta forza espansiva del fuoco, che determina, come si è detto, il grado di calore, dipende da due diverse circostanze, che sono la *quantità* del fuoco stesso, e la *rapidità* del suo moto. Se la quantità del fuoco sarà sempre la medesima, avrà egli maggiore, o minor grado di forza espansiva, a misura che le sue particelle si muoveranno con maggiore, o con minore velocità; e siffatta velocità sarà più, o meno notabile, a norma della lunghezza dello spazio, che le particelle ignee saranno nella libertà di scorrere per entro a' corpi; inguisachè le sostanze, in cui le parti-

ticelle del fuoco sono arrestate più sovente nel lor corso, nasca ciò dalla forma, oppur dalla picciolezza de' loro pori, diconsi avere maggior *capacità pel fuoco*: ciocchè torna allo stesso che il dire, che vi fa mestieri di una maggior quantità di fuoco per poter generare il medesimo grado di calore, per cagione della minore azione, che le sue particelle sono nel caso di potervi esercitare. Così, per cagion d'esempio, dirassi che l'aria ha minor capacità pel fuoco di quel che abbia il ferro; imperocchè avendo le particelle del fuoco uno spazio maggiore nell'aria per potersi muovere; la stessa quantità di fuoco vi esercita maggior forza espansiva che nel ferro, i cui pori sono meno numerosi, e più ristretti. Nell'aria dunque farà mestieri di una minor quantità di fuoco per poter produrre lo stesso grado di calore. Dal che si deduce esser tale la natura del fuoco, che può egli produrre differenti gradi di calore in varie sostanze, non ostante che si trovi egli diffuso in quelle nella stessa quantità proporzionale.

1143. L'intero complesso di cotal sistema ponderato maturamente rinviensi del tutto sodo e ragionevole; e la spiegazione de' fenomeni par che derivi da esso nella maniera la più semplice e naturale, che non lascia di esser nel tempo medesimo ugualmente ragionevole e soddisfacente.

## ARTICOLO VI.

### *Altre idee particolari intorno alla natura del Fuoco e del Calore.*

1144. Se altri, alieno dal seguire nuovi sistemi, che vansi fabbricando alla giornata intorno alle materie filosofiche, amasse piuttosto di seguir le tracce già prima battute, e di formarsi un'idea ragionata intorno alla natura del Fuoco e del Calore, del tutto confacente a' principj da noi stabiliti nella Lezione antece-

ce-

cedente, non isdegnerebbe per avventura di conformarsi a quelle teorie, cui ora in brevi tratti farommi a dichiarare, avuto riguardo a' sodi fondamenti, su cui trovansi appoggiate; tranne alcune difficoltà, a cui al par delle altre rapportate dianzi debbono elleno ritrovarsi inevitabilmente soggette.

1145. La luce solare purissima, trattenuta e fissata ne' corpi secondo le prove già addotte, costituisce il principio infiammabile, ossia il flogisto, cui ciascun corpo in se accoglie (444). Non avendo egli però uguali gradi di affinità con tutte le specie di corpi, non abbonda ugualmente in cadauno di essi. Quelli che ne contengono a dovizia, sono certamente i corpi combustibili (§. 1070). Siffatto flogisto sviluppato da' medesimi, e messo in piena libertà in virtù de' mezzi accennati (§. 1084), e per l'azione dell'aria circostante, che va prendendo mano mano il suo luogo, appare immediatamente sotto la forma di fuoco libero; ed essendo in copia sufficiente, ed agitato da un moto violentissimo, genera la fiamma (445). Prendete in fatti una verga di ferro, e fatela stare dentro il fuoco finattantochè si riscaldi ben bene, e non giunga a farsi rovente; sicchè punto non risplenda. Cavatela immediatamente dal fuoco, e fatela battere rapidamente intorno intorno nel modo ordinario de' fabbri al disopra di un' incudine. Vedrete tosto arroventarsi la verga, indi spargere un vivo splendore, ed un calore eccessivo (446).

1146.

(444) Siccome si è dimostrato non esistere il flogisto, così cesserà il lettore d' affaticarsi a comprendere, come ora la luce fissandosi ne' corpi, costituisca il flogisto stesso (vedi note 54, 83, e 379).

(445) Vedi note antecedenti ed anche l' ultima.

(446) Il calorico è quello che dilata il ferro. Percuotendosi il ferro caldo, si viene a ristringerlo, o in altri termini, si viene ad avvicinare le sue molecole, spremendo una porzione d'esso. Questo calorico, uscendo, innalza di qualche poco la temperatura della superficie del ferro stesso. Questa temperatura innalzata de-

ter-

1146. Che la luce solare possa fissarsi, ed esser trattenuta ne' corpi; e ch'ella non differisca punto dal flogisto, apparisce chiaramente da ciò che si è dichiarato ne' §. 1067 e 1068, e vien confermato ulteriormente dal vedere che i diamanti, gli smeraldi, i zaffiri, la pietra di Bologna, i gusci d'ostriche, oppur di uova, calcinati, ed altre moltissime sostanze, risplendono sensibilmente al buio dopo di averle tenute esposte per qualche tempo alla luce del sole (447).

1147. Il calore è il semplice effetto del fuoco libero; e non dipende da altro, se non che da un moto assai veemente, impresso alle particelle de' corpi, sia in virtù della luce concentrata, sia in forza di altro fuoco libero, sia finalmente in virtù dello sfregamento. Per l'efficacia di siffatto moto, e per l'azione dell'aria circostante, le particelle del flogisto, divenuto già fuoco libero, vengono lanciate con forza intorno intorno; e mercè la loro azione su i nostri nervi risvegliano in noi la sensazione del calore (448).

1148. Per convincersi che la cagion produttrice del calore ne' corpi consista soltanto nel moto violento delle particelle de' corpi stessi, le quali slanciano e determinano il flogisto, ossia le parti della luce, a dif-

termina una pronta combinazione dell'ossigeno dell'aria col combustibile ferro. Dalla combinazione di quest'ossigeno in istato di solidità col ferro, ne esce luce e calorico, ossia il fuoco.

(447) Ci sono ignoti molti di questi fatti. Se avverrà però il fenomeno suespresso, sarà indizio certo che una qualche picciola porzione di acido fosforico contenuto in queste sostanze si sarà per ragioni affini decomposto, perdendo il suo ossigeno, e che quindi il fosforo avrà acquistato di nuovo la sua proprietà combustibile, onde esposto a contatto dell'aria ed al buio bruciare e risplendere con una luce fiacca ( vedi nota 54 ).

(448) Il calore propriamente detto non è che la sensazione prodotta dal calorico libero che passa nel nostro corpo per equilibrarsi. Se entrerà per conseguenza in noi di questo calorico, proveremo in ogni caso la sensazione del calore. Pel di più vedi note 54, 83, 376 e seg.

diffondersi con violenza in tutte le direzioni possibili, basterebbe il considerare che i raggi solari non producono verun calore notabile, se non quando sono eglino riflessi da' corpi, su cui cadono. Questa è la ragione, per cui appena cagionano essi del calore sulle cime degli alti monti; laddove generano un caldo vivissimo nelle sottoposte valli, da cui vengono riflessi (449). Il signor Charles, il quale collocato in una gondola pendente con funi da un gran globo areostatico (§. 893), sollevossi in aria col mezzo di quello fino all' altezza di 1524 tese, sentì quivi un freddo sì eccessivo, che gli cadde di mano la penna nell'atto che accingevasi a scrivere, quantunque ne' siti più bassi dell' atmosfera fosse l' aria assai più temperata durante lo stesso tempo.

1149. In secondo luogo il calore eccitato ne' corpi mercè lo sfregamento, date uguali le altre cose, rende-

(449) Tutt'altro che convinti noi siamo di quanto disopra ha esposto l' Autore. Abbiamo detto altrove che se sulla superficie della terra abbiamo ciò che si chiama calore, ciò dipende dall'esservi un gran numero di corpi che hanno grande affinità pel calorico onde ritenerne gran copia di quello ch'emana dal sole, e quindi cederlo a misura che occorre agli altri corpi che sono esposti a raffreddarsi; dal cui passaggio noi proviamo appunto la sensazione del calore. Abbiamo ancora dimostrato che una fonte perenne ed inesauribile di calorico esiste alla superficie della terra, e questa nella decomposizione del gas ossigeno per mezzo de' corpi combustibili; ed abbiamo finalmente dimostrato che se nell'alto dell' atmosfera havvi sempre un grandissimo freddo, ciò dipende dall' affinità ch'esercitano le basi dell'aria o l'aria stessa pel calorico, onde combinarsi con questo a misura che si levano sopra di essa i pesi comprimenti ec. ec. Questi principj, fondati sopra semplici affinità ed esperienze, non hanno bisogno di flogisti o di altri enti suppositizj per sostenersi.

Per tutto il resto vedi note 23, 54, 83, e seg.

(450) Il calore che si eccita ne' corpi, non si rende intenso nè attivo per quanto si sfreghino, e per quanto sieno solidi, qualora non

desi più intenso ed attivo, a misura che lo sfregamento è maggiore, ed in proporzione che le parti del corpo stropicciato sono più dense, più numerose, e più atte a concepire un moto violento (450). Lo stesso intender si dee del calore prodotto dalla luce concentrata. Esponete una lamina di vetro dilicato al fuoco d' uno specchio concavo, oppur di una lente ustoria: vi riuscirà a mala pena di rammollirla dopo un lungo intervallo di tempo: fate che la detta lamina sia molto più spessa; si fonderà molto sollecitamente. Un grosso pezzo di ferro sarà arroventato e fuso nell'istante qualor sia messo nelle medesime circostanze (451).

1150. Si ricava un' altra prova di questa verità dall' osservare nella comunicazion del calore quelle medesime leggi, le quali abbiam veduto eseguirsi nell' urto scambievole de' corpi. Un corpo in moto, il quale vada ad urtarne un altro di ugual massa posto in quiete, gli comunica la metà del suo movimento (§. 247). Lo stesso appunto vediam seguire nella comunicazion del calore: una quantità di acqua riscaldata ad un dato gra-

non sieno combustibili, mentre allora, non essendovi passaggio di ossigeno, non si svolge nè copia grande di calorico, nè luce (vedi note 54, 83, 379, 410 e seg.).

(451) Se una laminetta sottile di vetro, ch'è un corpo incombustibile, riscaldata dallo specchio ustorio si fonde più difficilmente che un pezzo di vetro grosso, ognuno facilmente ne comprenderà la cagione, riflettendo che la laminetta è quasi in tutti i punti per la sua sottigliezza in contatto coll' aria esterna, che le porta via il calorico a misura che penetra nella lamina stessa; il che non avviene quando il pezzo di vetro è atto ad essere penetrato da maggior quantità di calorico, e quindi a concepire un maggior grado di calore onde fondersi più presto. Il ferro all'opposto è un corpo combustibile, ed è atto, esposto che sia ad un gran calore, ad abbruciarsi egualmente che a fondersi. Una laminetta di esso è più facile ad abbruciarsi che a fondersi, qualora sia innalzata ad una data temperatura, perchè essendo essa in tanti punti a contatto dell'aria esterna, questa gli somministra facilmente l'ossige-

corpi combustibili mercè il successivo disgregamento che vi produce la dilatazione, si farà sì, che il flogisto già messo in azione avrà maggior presa sul corpo combustibile per le ragioni altrove dichiarate ( §. 1026 ); e cagionando in quello un moto più violento, le sue proprie particelle ne verran rimbalzate con grandissima velocità, e manifesterassi egli sotto l'aspetto di fuoco (452). Cotal velocità renduta finalmente di gran lunga più notabile, renderassi atta a disporre le particelle del fuoco l'una dopo l'altra in altrettante serie determinate e rettilinee, e quindi a generare in noi la sensazion della luce (453). Così lo spruzzo di una siringa ripiena d'acqua, il cui stantuffo non gl'imprima che un picciol moto, sarà del tutto indeterminato ed irregolare; laddove spinto con grandissima velocità, vedrassi formato da globetti d'acqua disposti in serie, i quali rappresenteranno una specie di raggio. Tale appunto sappiamo esser l'indole della luce: poichè scorgiamo alla giornata, che un raggio di essa introdotto in una stanza buia per entro ad un foro d'una finestra, scomparisce dell'intutto tostochè si chiude quel tal foro; non già perchè la luce resti annientata in quell'istante; ma perchè cessa di agir su di essa quella forza, la quale comunicandole una notabile velocità, e disponendo le sue parti in serie rettilinee, fa sì, ch'ella ci si renda sensibile in forma di luce. L'esperimento indicato nel §. 1017, ove i vapori dell'acqua bollente compressi gagliardamente entro a una canna di metallo la renderon rovente, talchè il lor calore convertissi in fuoco, e poscia in viva luce, somministra un grande argomento a pro di questa opinione. Dietro la scorta di siffatti lumi a me sembra di poter intendere onde avvenga che



(452) Se il lettore non sapesse prontamente liberar la sua mente da tutte queste ipotesi, vegga le note 54, 83, 375, 376, ec.

(453) Vedi nota 454.

alcuni corpi bruciano senza risplendere, com'è appunto il ferro prima d'essere arroventato; ed altri abbruciano e risplendono nel tempo stesso (454).

1152. Laonde a tenor di questi dati, la cagion del calore ne' corpi che lo tramandano, altra non è, se non se un moto intestino prodotto dal contrasto tra la forza espansiva, e quella di attrazione, mercè del quale movimento unito all'azione dell'aria circostante, come dichiareremo nell'Art. seguente, sviluppansi efficacemente, e si lanciano le particelle del flogisto, o con picciola velocità, ed alla rinfusa talchè non ci possono rappresentare i diversi punti visibili di què' corpi; oppur con moto velocissimo, atto a disporle in serie, e quindi ad eseguire l'ufficio della luce. La qual cosa vien

(454) Abbruciarsi un corpo combustibile suppone sempre decomposizione del corpo che si abbrucia; riscaldarsi un corpo combustibile non suppone che penetrazione di calorico nel corpo che si riscalda, senza ch'esso si decomponga. L'abbruciamento è dunque marcato dalla decomposizione, ed il riscaldamento dall'ingresso soltanto di calorico. Da ciò ne segue ch'è assurdo il supporre che vi sia abbruciamento nel ferro che si è riscaldato, attesa la compressione dei vapori in un tubo di questo metallo, quando altro non havvi che penetraaione di calorico nel ferro stesso. Può bensì avvenire, come tante volte si è detto, che innalzata la temperatura di un corpo per mezzo del calorico che lo penetra, esso diventi atto a combinarsi coll'ossigeno; e quindi allora havvi decomposizione nel corpo che si abbrucia, e svolgimento di calorico e luce, come appunto si osserva nella canna che propone l'Autore. Qui si fa astrazione da tutte quelle lentissime combustioni, le quali levando insensibilmente a grado a grado una picciolissima porzione di ossigeno all'atmosfera, rendono insensibile lo svolgimento del calorico e della luce. Il ferro, per esempio, esposto all'aria si abbrucia lentamente, combinandosi coll'ossigeno dell'atmosfera, e quindi si rugginisce ovvero si ossida insensibilmente. Questa è una lentissima combustione del ferro, nella quale i nostri sensi non possono scorgere nè luce nè calorico appunto per la sua estrema lentezza (vedi note 54, 83, e seg.).

vien confermata ulteriormente dal vedere, che un dato grado di fregamento, atto soltanto a generar del calore, qualor si accresca al segno conveniente, rendesi attissimo a generar la fiamma e lo splendore (§ 1145) (455).

1153 Ciascun comprende benissimo, che tutto quello che si è dichiarato finquì intorno al calore, riguarda soltanto la sua cagion produttrice per parte del corpo combustibile. Ma se altri mi chiedesse com'ella operi su di noi, ovvero in che consista la sensazione di caldo ch'ella produce quand' opera sul nostro corpo; e quindi la sensazione di freddo qualor cessa di operare; risponderei francamente, che le mentovate opposte sensazioni dipendono unicamente da una sorta di distrazione, cagionata nelle fibre del nostro corpo dall' insinuazione del fuoco, e da una specie di aggrinzamento che succede nelle fibre medesime per la privazione di quello (456). Abbiam veduto, che il fuoco dilata i corpi, ne' quali s'insinua (§. 1088), senza eccettuarne quelli degli animali: forz'è dunque, ch'egli distragga, e proccuri di allontanare l'una dall' altra le loro particelle. Il freddo al contrario cagiona effetti del tutto opposti. Che però io son di opinione, che qualora il fuoco distrae le fibre del nostro corpo coll'internarsi fra le parti di quelle, vi produce una sorta di solletico, il quale riesce grato e piacevole, qualor sia moderato; laddove divien molesto e doloroso, quando cresce di forza. Toccate assai leggermente qualunque parte del corpo coll' estremità del dito indice; vi ecciterà una specie di solletico: premetela assai forte col dito stesso; vi cagionerà sicuramente del dolore: ed è cosa indubitata, che quantunque il dolore e il piacere, sieno affatto contrarj, pure i loro estremi sono infinitamente prossimi tra loro, ed insiem con-



(455) Vedi note antecedenti.
(456) Vedi note 54 e seg.

congiunti, poichè l'ultimo termine del piacere è il principio del dolore, siccome lo dimostra l'esperienza. D'altronde è da riflettersi, che seguendo l'anzidetta distrazione delle fibre per l'introduzione del fuoco; tostochè questo cessa di agire, oppure scema di forza, le particelle delle fibre stesse accorciansi alquanto, e si ristringono in virtù della naturale lor forza di contrazione. Siffatto restringimento risveglia nell'anima una sensazione molesta, che chiamasi freddo, e ch'è più, o meno dispiacevole, a proporzione che il detto restringimento è più, o meno notabile (457).

1154. I motivi ragionevolissimi, che mi spingono a pensare in questo modo, derivano dal riflettere che la sensazione, ch'eccita in noi lo stesso grado di calore, è sempre relativa all'attuale disposizione degli organi del nostro corpo, ed è sempre tale, che rendesi minore a misura della minor distrazione, ch'egli viene a produrre nelle parti, entro alle quali s'insinua. Così d'altronde la sensazione del freddo riesce meno notabile a proporzione che le parti suddette sono obbligate a restringersi meno. Volete convincervene col fatto? Fate che una persona, la quale abbia dilatate le parti del suo corpo per essere stata vicino ad un gran fuoco, oppur dentro una stanza calda in tempo d'inverno, esca immediatamente all'ambiente; sentirà ella un freddo sensibilissimo, che la farà tremare, laddove lo stesso grado di freddo non riesce così intenso nè al la persona medesima, nè a qualunque altra che non sì antecedentemente riscaldata a quel segno (458). Ognun sa,

(457) Dietro alle cose da noi esposte nelle note antecedenti, pensi qui il giovane a fare da se stesso quelle sane applicazioni che troverà opportune, onde rilevare l'inconseguenza di queste spiegazioni.

(458) Quanto maggiore sarà la differenza di temperatura fra l'uomo ed il corpo che lo tocca, essendo tutte le altre cose a circostanze eguali, tanto più l'uomo proverà la sensazione di caldo, o di freddo più viva, secondochè appunto darà, o riceverà maggior quan-

sa, che i primi freddi, ovver quelli che si risentono ne' cangiamenti istantanei della temperatura dell'aria; come per esempio nell'improvviso spirare d'un vento di Tramontana dopo d'aver dominato per qualche tempo lo Scirocco, sono sensibili, e crudi oltre ogni credere; giusto perchè trovandosi i pori molto dilatati dal caldo sofferto, sono obbligati a ristringersi di molto per la privazione del fuoco, che uscendo in parte dal corpo, si diffonde nell'aria fredda (459). E' cosa già decisa mercè delle osservazioni termometriche, che i freddi insoffribili, i quali sopravvengono talvolta all' improvviso in tempo di state, sono di gran lunga meno intensi di quelli che in tempo d'inverno ci fanno parer l'aria assai temperata.

1155. Per colmo delle prove di cotal verità, sarà ben fatto di praticare il seguente esperimento. Ponete dell' acqua tiepida dentro un bacino; e cercate di far sì, che una delle mani si riscaldi ben bene presso al fuoco nell' atto che l'altra si raffredda col toccar della neve. Essendo elleno in tale stato, immergetele entrambe nell'acqua tiepida tutt' ad un tratto, e nel medesimo istante. Sapete cosa ne avverrà? Cotesto volume d'acqua sembrerà caldissimo alla mano raffreddata, e risveglierà un senso di freddo nell'altra ch'è assai riscaldata dal fuoco (460). Questo è similmente il caso dell'

 in-

quantità di calorico. Per ispiegare la sensazione del caldo, o del freddo, a noi è indifferente il considerare lo stato delle fibre del corpo umano (vedi note antecedenti).

(459) In queste circostanze, oltre al cangiamento di temperature, havvi anche il cangiamento di stato dell'aria, il quale divenendo secco, accelera la traspirazione, ed accresce per conseguenza il grado di freddo sulla superficie dell'uomo, benchè la temperatura tanto nel vento di scilocco, quanto nel vento di tramontana rimanesse la stessa. Per intender ciò con chiarezza, vedi la nota 69.

(460) E perchè nascerà questo fenomeno? Non sarà egli sempre proporzionale alla differenza di temperatura delle mani che si saran-

intenso freddo che ci assale innanzi di scoppiar la febbre. Siccome in quell'atto siegue un sensibile ristringimento in tutt' i vasi cutanei, ci si risveglia la sensazione di un asprissimo freddo, anche in mezzo agli affannosi caldi di state, malgrado qualunque sorta di copertura che ci si possa mettere addosso. Or cotesto freddo vassi poi dileguando a gradi in virtù del successivo dilatamento, che i suddetti vasi van soffrendo per l'accresciuto moto del sangue, finattantochè va a degenerare in ultimo in un senso di vivacissimo calore. Non son questi dunque argomenti evidentissimi per dimostrare che la sensazion del caldo deriva da una certa distrazione delle fibre del nostro corpo, e quella del freddo da un certo restringimento di quelle (461)?

1156. Eccoci con ciò al termine della breve narrazione de' principali sistemi ideati a' tempi nostri intorno alla natura del fuoco e del calore. Ciascheduno di essi trovasi appoggiato sopra sode e ragionevoli fondamenta, nè v'ha quasi alcun fenomeno, la cui spiegazione non riesca agevole in qualunque di essi. D'altronde ha ciascheduno le sue difficoltà, e non è atto a dileguare ogni sorta di dubbio. Per recarne di passaggio un solo esempio, come mai succede seguendo il sistema di Scheele, che i gran recipienti di vetro, a traverso de' quali si dissipa il calore, non si trovano scemati di peso dopo di una tal dissipazione, s'egli è vero, che il calore altro non è, che aria del fuoco e flogisto (§. 1124.)? Se l'aria deflogisticata unita al flo-

ranno esposte in contatto coll'acqua! La mano calda dà del calorico all'acqua e prova la sensazione del freddo, e la mano fredda, appunto perchè più fredda dell'acqua tiepida, prova la sensazione di caldo, perchè in essa passa il calorico dell'acqua? Quest'è il tutto numerico dell'affare senza che abbiasi bisogno di considerare lo stato delle sole fibre del corpo umano.

(461) Vedi note antecedenti.

flogisto genera dell'aria fissa (§. 814), ch'è più grossolana, e più pesante dell'aria atmosferica (§. 802), come possono poi cotesti due principj insiem combinati comporre il fuoco; e come possono eglino passar liberamente pe' pori del vetro (462)? Egli è certo d'altronde, che non sempre il ritrovar difficoltà è lo stesso che abbattere un sistema. A dire il vero attengomi volentieri al partito di non esaminar particolarmente il merito delle dichiarate opinioni; poichè ciò facendo entrar dovrei in una lunga discussione di punti intricatissimi, i quali mi condurrebbero al di là de' limiti d'una Istituzione senza poterne dare al fin de' conti un preciso e decisivo giudizio; essendo tale il merito di ciascheduna di esse, che l'animo nel loro esame resta indeciso e titubante, nè sa qual debba scegliere, e qual rigettare. Per la qual cosa si è proccurato di esporle qui colla massima chiarezza, ed imparzialità possibile, affinchè nel mezzo di cotal buio ciascun segua quel sentiere, ove crede di scorgerci qualche sorta di barlume (463).

## ARTICOLO VII.

*Dell' Infiammazione de' corpi in particolare, e de' fenomeni che l'accompagnano* (464).

1157. E' osservazione costante, che il fuoco non può sussistere senza il contatto dell'aria. Ponete un car-



(462) Già tutte queste ipotesi sono false per le cose tante volte dette.

(463) Se saremo dunque riusciti a far adottare decisamente al giovane un sistema fondato sulla sperienza e sulla ragione deviando dal buio dell'ipotesi, avremo occasione di sentirne viva la contentezza per aver soddisfatto all'unico oggetto contemplato dalle scienze fisiche (vedi note antecedenti).

(464) Sulla combustione de' corpi, sui fenomeni ch'essi presenta;

bone rovente, o una candela accesa sotto il recipiente della macchina pneumatica: votatelo bene d'aria, e vedrete che quelli si smorzeranno nell'istante. Disponete nel recipiente suddetto l'ordegno conveniente per far sì, che una selce venga quivi percossa dall'acciaio, oppur che si applichi il fuoco ad un po' di polve da sparo: nè questa si accenderà, nè la selce caccerà la menoma scintilla. Or questi fatti dimostrano ad evidenza, che la presenza dell'aria è assolutamente necessaria per la combustione de' corpi, siccome la è per la respirazione degli animali. Il sistema del signor Cravvford rende ragione di tutto ciò con molta semplicità e naturalezza.

1158. Di più è cosa indubitata, che l'aria contribuisce materialmente alla combustione de' corpi; poichè un dato suo volume, racchiuso dentro d'un recipiente, ov'arda una candela, trovasi sensibilmente minorato, posciachè quella si è spenta. A ciò si aggiugne, che il grado della combustione trovasi sempre proporzionale non solo alla quantità dell'aria circostante, ma eziandio al grado della sua purezza; e noi abbiam già veduto esser ella incomparabilmente promossa dall'aria deflogisticata (§. 783).

1159. Finalmente scorgesi da' fatti esser legge costante, che i corpi bruciandosi aumentano sensibilmente di peso. Ciò che mette questa verità nell'aspetto il più luminoso, è senza dubbio la calcinazion de' metalli (§. 1076), che val quanto dire la loro combustione. Supponghiamo che prendansi due libbre e mezza di stagno, e si riducano in calce: si troveranno ellenо accresciute di circa sett' once di peso dopo seguita la cal-

tano, e sulla natura del flogisto, abbiamo detto abbastanza nelle note 54, 93 e seg. Crederemmo quindi di stancare troppo il lettore, moltiplicando le annotazioni sopra questo proposito. Vedi dunque la teoria della combustione alla nota 54, e quella del flogisto alla nota 93.

calcinazione. Un'oncia di mercurio vivo si è trovata accresciuta talvolta di 40 grani coll'essersi calcinata. Una libbra di regolo d'antimonio, calcinato con uno specchio ustorio, si accrebbe della decima parte del suo peso totale; e così s'intenda d'altri metalli, che da parecchi Filosofi sono stati messi più volte ad un tale cimento. E quantunque sembri che ciò non si avveri in quei corpi, che sono oltremodo combustibili e volatili, le cui particelle dissipandosi in tutto, o in parte nell'atto della combustione, fan sì, che non vi sia alcun residuo; oppur che il medesimo trovisi poscia assai più leggero; tuttavolta però quando la loro combustione facciasi in modo, che tutto ciò che n'esala, possa raccorsi nel modo conveniente, ed assoggettarsi alla bilancia; la dichiarata verità trionfa similmente in cotal genere di corpi. Riuscì di fatti in tal modo al signor Lavoisier di provare, che sedici once di spirito di vino acquistarono mercè la combustione due once di peso.

1160. La natural difficoltà, cui seco porta la spiegazione di cotesto fenomeno, trasse i Fisici de' varj tempi in parecchie insussistenti e stranissime opinioni. Chi ne attribuì la cagione ad un principio acido internato ne' metalli nell'atto della calcinazione: chi fece derivare il lor peso accresciuto dalle parti fuligginose, o d'altra indole simigliante, che supponevasi introdurvisi nell'atto stesso: vi è chi lo crede originato dalla mancanza del flogisto, che abbiam detto svilupparsi da' metalli durante la calcinazione; il qual flogisto essendo volatile per sua natura, pretendesi che debba rendere i corpi più leggeri: ev'ha finalmente di coloro, che ne assegnano altre cagioni. Il dileguare siffatti dubbj era riserbaro all'ingegnoso ed indefesso signor Lavoisier dell' Accademia di Parigi, il quale istrutto da' pensieri di Hales e di Rey su di questo punto; ed osservando che nella riduzion de' metalli seguiva una specie di effervescenza, s'indusse a

cre

credere che si sviluppasse da quelli in tale atto qualche principio aeriforme, e che al medesimo si dovesse attribuire quel tale aumento di peso nelle loro calci. Che però usò egli tutta la diligenza possibile per farne la riduzione in modo che il fluido elastico da essi sviluppato si potesse agevolmente raccogliere, e quindi porre al cimento. Il risultato si fu, che si trovò esser egli un gas mofetico, il cui peso uguagliava perfettamente l'eccesso del peso della calce al disopra del metallo, da cui s'era ella prodotta; ed in conseguenza si deduce che il suo peso accresciuto deriva unicamente dall'aria, cui ella assorbisce nell'atto della calcinazione: la quale aria unita poscia al flogisto che si sviluppa dalle materie infiammabili, che adoperar si sogliono nella riduzione (§. 1076), si converte in aria fissa, a tenore di ciò che si è da noi altrove dichiarato (§. 814). Conciossiachè tutte le volte che una tal riduzione si faccia, come dicesi da' Chimici, *senza addizione*, ossia per virtù del solo fuoco, senza l'intervento di alcun principio infiammabile, siccome praticò egli col precipitato di mercurio; la mentovata aria raccolta trovasi essere aria deflogisticata purissima. Varj esperimenti dell'indicata sorta sono stati poscia ripetuti, e variati dal signor Bayen; e i risultati che ne ha ottenuti, sono stati sempre i medesimi di quelli di Lavoisier.

1161. La considerazione de' fatti importantissimi finquì rapportati ha indotto, non ha guari, il signor Lavoisier ad immaginare un nuovo sistema concernente la combustione, e quindi a sostituire la teoria pneumatica alla teoria stahliana del flogisto. E' egli dunque di avviso, che l'aria pura, ossia vitale, sia un composto di materia del fuoco, e di un altro ignoto principio, che ne costituisce la base: il qual principio vien da essolui denominato *ossigèno* per essere il principio acidificante universale (§. 794). Laonde immagina egli, che nell'atto della combustione il

fuo-

fuoco non si sviluppa da' corpi combustibili, ma bensì dall'aria pura, la cui base, ossia *ossigìno* avendo una grandissima affinità con quelli, ne viene avidamente assorbita nell'atto che la materia del fuoco che ne costituisce l'altra porzione, rimasta libera per tal mezzo vedesi divampare all'intorno di que' tali corpi, e vi cagiona la combustione. Di qui è, che il peso de' corpi bruciati aumentasi considerabilmente (§ 1159), e tanto più, quanto è maggiore l'affinità ch'essi hanno col principio *ossigìno*. Che però tutti que' corpi, che nella teoria stahliana diconsi combustibili perchè doviziosi di flogisto, come son le resine, gli olj, ed altri simiglianti, giusta la teoria pneumatica non sono che sostanze semplici, le quali avendo una grandissima affinità coll'*ossigìno*, scompongono l'aria, ed assorbendone il detto principio, rimangono libera la materia del fuoco, e la fan divampare. Sicchè dunque a buon conto la teoria pneumatica è assolutamente l'inversa della teoria flogistica; conciossiachè laddove in questa il principio infiammabile sviluppasi da' corpi combustibili, che in se lo contengono, e quindi diffondesi nell' aria; in quella all'opposto il detto principio svolgesi dall' aria, ed internasi, o per dir meglio circonda i corpi combustibili. Per ciò che riguarda la riduzion de' metalli, non segue ella, secondo la teoria pneumatica, se non pel semplice sviluppo del principio *ossigìno*, ch'essi assorbiscono nell'atto della calcinazione.

1162. L' illustre Macquer considerando da una parte le sode fondamenta, su di cui è appoggiata la teoria flogistica; e ben vedendo d'altronde doversi assolutamente tener conto della influenza, che ha l'aria nella combustione de' corpi; ciocchè per altro etasi negletto dal celebre Stahl; si è egli ingegnato di perfezionare ulteriormente l' indicata teoria ponendo a profitto le nuove invenzioni; e vi è riuscito con tal felicità, che non havvi fenomeno della combustione, che spiegar non si possa colla maggior semplicità possibile, ed in

un

un modo soddisfacente. Crede egli impertanto, che i mezzi altrove indicati (§. 1084) non sieno sufficienti da se soli per isviluppare da' corpi la materia del fuoco, ossia il flogisto con essi combinato; e quindi che l'aria contribuisca co' detti mezzi a sprigionare efficacemente il flogisto da' corpi combustibili, facendo in tale occorrenza l'uffizio di precipitante; dimanierachè cacciandone fuora mano mano il flogisto, passa ad occupare il luogo abbandonato da quello, donde deriva poscia l'aumento del peso ne' corpi bruciati. E poichè l' arie flogisticate ed impure, non son punto atte a mantener la combustione; rendesi manifesto, che il dichiarato uffizio viene ad eseguirsi soltanto dall' aria deflogisticata purissima, di cui esiste sempre una certa quantità nell' aria atmosferica.

1163. Egli è tanto vero, che l'aria fa nella combustione l'uffizio di precipitante, assolutamente necessario a svolgere il flogisto da' corpi combustibili per quindi occupare il luogo abbandonato da quello; che la calcinazion de' metalli non può riuscire in vasi chiusi, ove manca l' aria, ch' eseguir dee la detta operazione: e se mai avvien talora, che s' incominci a fare la calcinazione, ciò deriva unicamente da quella picciola quantità d' aria, che trovavasi già racchiusa ne' vasi; la quale essendo consumata, la calcinazione non può poscia proceder più oltre.

1164. Or non son questi argomenti luminosissimi per riconoscere quanto vadano errati coloro, i quali adducono gl' indicati aumenti di peso per dimostrare la gravità del fuoco; siccome han fatto Boyle, Musschenbroek, s' Gravesande, Lemery, e tutti gli altri che gli hanno seguiti (§. 1101)? Gli argomenti medesimi forniscono eziandio una prova manifestissima della falsità dell' opinion di coloro, i quali francamente asseriscono che l'aria non è altrimenti necessaria al mantenimento del fuoco e della fiamma, se non se per l' effetto ch' ella produce di tenere insiem

con-

congiunte e condensate le particelle del fuoco; le quali altrimenti per cagione della loro volatilità si andrebbero a dissipare (§.718).

1165. La verità stabilita di sopra ci guida similmente a farci comprendere perchè il fuoco si accende, ed acquista un gran vigore col soffiarci al disopra. In tal caso ognun vede, che gli si spigne contro una corrente d'aria alquanto addensata dalla forza del soffio; per conseguenza una maggior quantità di precipitante (§. 1162) in un dato tempo, il quale dovrà per necessità sviluppare una maggior dose di flogisto; indurre nelle parti del corpo combustibile un moto più violento; e quindi fargli produrre effetti più efficaci e sensibili. Per questa stessa ragione la fiamma e il fuoco veggonsi più vivaci, e si consumano più sollecitamente ne' tempi freddi e sereni d'inverno, allorchè la densità dell' aria è assai notabile.

1166. E' general credenza, che il soffio produca il mentovato effetto con agitare le parti del fuoco. Quanto sia ciò insussistente, vien chiaramente dimostrato dallo scorgersi, che per quanto altri soffi con violenza contro il cono di luce, il quale rimbalzato da uno specchio ustorio, fa divampare i corpi collocati nel suo foco, non si può giammai produrre in esso la menoma agitazione. Il soffio dunque non ha la menoma azione sulle particelle tenuissime del fuoco puro: e se mai scorgiamo alla giornata, che la fiamma della candela, oppur quella che si genera ne' nostri cammini, viene spinta dal soffio dell'aria secondo tutte le direzioni, non è che il soffio abbia presa sul fuoco; ma ciò dipende dall' agitazione, cui soffrono le particelle de' corpi combustibili volatilizzate dal fuoco stesso, le quali per conseguenza portan seco qua e là le particelle ignee, che vansi di mano in mano sviluppando da quelli. Aggiugnete, che se il soffio dell'aria rendesse il fuoco più attivo in virtù dell'agitazione, non vi sarebbe ragione, per cui l'aria deflogisticata riu-

riuscir dovesse di gran lunga più efficace dell'aria comune per produrre il medesimo effetto (§. 783), e la flogisticata, o fissa, cagionar dovesse un effetto contrario.

## ARTICOLO VIII.

*De' Termometri, e de' loro usi* (465).

1167. Rintracciatasi da' Filosofi la proprietà che ha il fuoco di dilatare i corpi, ne' quali s'interna; ed osservatosi, che i corpi fluidi, attesa la lieve coerenza delle loro particelle, sono più suscettibili di dilatamento mercè lo stesso grado di calore; si avvisarono eglino di costruire uno strumento, il quale essendo atto a far rilevare i diversi gradi di espansione di qualche fluido nelle diverse circostanze, indicasse così i differenti gradi di caldo, che regnano nell'atmosfera in diversi tempi, oppur la temperatura d'un corpo qualunque. Questo è ciò che dicesi *Termometro*, che altro non vuol significare in greca favella, salvochè *misura del caldo*.

1168. La prima idea fu quella di servirsi a tal uopo dell'aria, sul riflesso d'esser ella suscettibile di dilatarsi notabilmente in virtù d'un leggero calore. Quindi è, che presosi un tubo guernito in cima d'una palla, s'immerse nel liquor colorito contenuto in un recipiente, siccome vien rappresentato dalla qui annessa Figura. Cacciata fuori un po' d'aria dalla palla A e dal tubo A B, mercè della rarefazione; tostochè la rimanente si addensa per l'attuale temperatura dell' aria esteriore, il liquore contenuto in C D monta alquanto su pel tubo in forza della pression dell'atmosfera. In tempo della mezzana temperatura di cotesta, si

Tav. II. Fig. 2.

(465) Crediamo utile che il giovane lettore consideri a questo proposito la nota 376.

si noti, per esempio, il punto E, a cui trovasi elevato il detto liquore nel tubo: sarà quello il punto del zero, da cui cominceranno le divisioni d'una scala da porsi accanto al detto tubo; inguisachè scendendo il liquore al disotto di E, verrà ad indicare essersi dilatata l'aria della palla, e quindi che regna un maggior grado di calore nell'atmosfera medesima. Questo è il *Termometro di Drebbel*, olandese di nazione, a cui dalla maggior parte de' Fisici si attribuisce l'invenzione del primo strumento di tal natura.

1169. Una picciola riflessione farà conoscere l'inesattezza della dichiarata costruzione. Imperciocchè oltre all'esser arbitrario ed incerto il punto E, il quale si stabilisce per la temperatura mezzana dell'aria, ciascun concepisce, che nella salita e discesa del liquore contenuto nel tubo A B, indipendentemente dal caldo e dal freddo, ci può aver parte la pressione dell'atmosfera; poichè facendosi quella maggiore, dee necessariamente spignere il liquore su per lo tubo, e poscia farlo discendere quando la pressione si scema: oppure può darsi il caso, che in tempo che la pressione dell'aria esteriore lo sforzi ad ascendere, l'aria dilatata nella palla lo spinga in parte contraria; cosicchè premuto egli da due forze opposte nell'atto stesso, si tenga stazionario, non ostante che il calore dell'atmosfera siasi accresciuto. Tuttavolta però malgrado questi gravi inconvenienti, può siffatto strumento esser di uso profittevole in que' casi, ove si richiegga di fare qualche osservazione estemporanea, per cagione dell'estrema sua sensibilità.

1170. Gli Accademici fiorentini del Cimento, volendo ovviare agl'inconvenienti esposti di sopra, presero un tubo simile ad A B, guernito della sua palla C; e riempiutolo in parte di spirito di vino colorito, chiusero ermeticamente la sua cima superiore A. Notarono anch'eglino un punto fisso D, ove il detto liquore trovavasi elevato durante la mezzana temperatura dell'atmos-

Tav. II. Fig. 3.

mos-

mosfera, affinchè salendo poscia lo spirito al disopra di quello, indicasse i varj gradi di aumento di calore, e scendendo i gradi del freddo, tutt'al contrario di ciò che avviene nel termometro di Drebbel ( §. 1168. ).

1171. Ma neppur questo vantar può l'esattezza che si ricerca in istrumenti di tal natura, sì perchè il punto D è capriccioso ed arbitrario, non essendo possibile di determinare qual sia la temperatura mezzana dell'atmosfera; sì per cagione, che l'aria racchiusa tra la cima A del tubo, e la superficie superiore della colonna dello spirito, dee impedire in qualche modo il libero movimento di quello. Al che si aggiugne, che il liquore, di cui è ripieno, non è atto a poter praticare ogni sorta di osservazioni, come or ora diremo. E quantunque Boyle ed Halley si fossero occupati a perfezionarlo, tuttavolta però i loro sforzi non ebbero una felice riuscita. L'unico vantaggio, che ci prestò il dottor Halley fu quello di aver sostituito il mercurio allo spirito di vino; conciossiachè oltre al dilatarsi quello più facilmente, ed al raffreddarsi con maggior prontezza di questo, è assai più atto a misurare i gradi di calore violento, che misurar non si possono collo spirito di vino, il quale bollendo a un certo grado di caldo, fa inevitabilmente crepare il tubo: o poi il mercurio difficilmente è soggetto a gelarsi ne'climi freddissimi, siccome avvenne nella Lapponia al termometro a spirito di vino, allorchè gli Accademici di Parigi andarono colà a misurare un grado del meridiano terrestre. Si aggiugne a tutto ciò, che il mercurio è il solo fluido conosciuto, i cui gradi di dilatazione, per quanto se ne può giudicare co'sensi, sono corrispondenti a'gradi di calore, ond'ella si produce.

1172. Uno degli eccellenti termometri è quello di Farenheit, il quale si costruisce coll'immergere la palla C piena di mercurio dentro della neve aspersa di sale ammoniaco: il punto, a cui discende il mercurio nel tubo durante una tale immersione, si nota col zero

Tav. II Fig. 4.

e co-

e costituisce il principio della scala. Estratta poscia la palla dall' anzidetta mistura, immergesi dentro la neve pura in tempo ch' ella comincia a digelare: e notato il punto, a cui ascende il mercurio, si ripartisce in 32 parti la lunghezza del tubo, ch' è compresa tra il zero ed il punto già notato; il quale esprimerà per conseguenza il punto della congelazione. Ciò fatto, si tuffa la palla in seguito entro l' acqua bollente in tempo che il barometro trovasi elevato alla sua mezzana altezza ( §. 721 ); e marcando col numero 212 il punto, a cui ascende il mercurio, si divide in 180 parti la lunghezza del tubo, che si frappone tra quel punto e il grado 32 già segnato. Finalmente immergendosi la palla stessa nel mercurio bollente; il punto, a cui si eleva il mercurio nel tubo, si segna col numero 600, che costituisce il termine della scala. Queste sono le divisioni principalissime, tra cui per altro ve ne sono delle intermedie, indicanti il calore umano, il calor febbrile, quello de' polli, ec., siccome si scorge dalla Figura.

1173. Anche il cavalier Nevvton cercò di contribuire al miglioramento de' termometri, e servissi d'olio di lino invece di mercurio. Determinò egli il rapporto tra la capacità della palla del termometro, e quella del tubo, e fece sì, che ogni divisione della scala uguagliasse la millesima parte della capacità della palla. Indi messa la detta palla dentro la neve, notò col numero 1000 il punto, a cui l'olio trovavasi elevato; marcandosi poscia co' numeri 1010, 1020, ec., i punti sovrapposti, a cui l'olio anzidetto si andava elevando di mano in mano in virtù de' successivi aumenti di calore: dopo di ciò la palla era cavata fuori della neve per essere indi immersa nell' acqua bollente, nella cera liquefatta, e finanche nel fuoco stesso. Ed ognun vede, che le indicate divisioni fan ravvisare essersi l'olio dilatato di $\frac{10}{1000}$, di $\frac{20}{1000}$, di $\frac{30}{1000}$

parti, ec., del volume ch' egli occupava nella temperatura del diaccio.

1174. Finalmente il sagacissimo sig. de Rèaumur seguendo le tracce di Nevvton costituì il punto della congelazione, e quello dell' acqua bollente, per principio e termine della scala del suo termometro, cosicchè appose accanto al primo il zero della sua scala; ma cangiò l' olio in ispirito di vino colorito, e diede tal rapporto tra la capacità della palla, e quella del tubo, che il liquore disceso al zero durante l' immersione nella neve, si dilatava di 80 millesime parti entro l' acqua bollente; ond' è, che un tal numero trovasi apposto nel suo termometro accanto all' acqua che bolle. I termini intermedj di temperatura mezzana, di caldo d'estate, ec., trovansi segnati tra l' uno e l' altro in parti millesime già dette, siccome vien chiaramente indicato dalla qui annessa Figura. Tav. II. Fig. 5.

1175. Vuolsi avvertire però, che i termometri più usitati a' dì nostri sono quelli di Farenheit, e di Rèaumur. In Inghilterra fanno uso generalmente del primo come più atto a misurare gli eccessivi gradi di calore, i quali misurar non si possono con quello di Rèaumur, le cui divisioni sono di gran lunga maggiori, e la scala è meno estesa: un grado del termometro di Rèaumur ne pareggia 2 $\frac{1}{4}$ della scala di Farenheit. Del resto è ovvio il ritrovar de' termometri guerniti di scale, che sono divise alla diritta giusta il metodo di Rèaumur, ed alla sinistra secondo quello di Farenheit. Il termometro di Nevvton si è abbandonato da molti, anche per cagione che l'olio, di cui è ripieno (§. 1166), attaccasi alle pareti interne del tubo, ed acquista durante gli eccessivi freddi un certo grado di maggior consistenza, che non gli fa serbare l' ordinaria sua libertà di scorrer lungo quel tubo.

1176. Ad oggetto di serbare la necessaria brevità tralasciamo di descrivere i termometri di Amontons, di

di de l'Isle, di Lord Cavendish, ed altri, la cui costruzione rilevar si può agevolmente mercè l'ispezione oculare degli strumenti stessi. Non tralasceremo pertanto di avvertire, che i termometri, qualunque sia la loro costruzione, debbono riguardarsi come strumenti in certo modo imperfetti per due ragioni principalissime, per passar sotto silenzio le altre di minor rilievo. La prima di siffatte ragioni si è, che v' ha motivo di credere, che i fluidi, ond'eglino si soglion riempire, non si dilatano in volumi esattamente corrispondenti ai gradi di calore, da cui vengono penetrati, siccome sappiamo accadere ne' solidi per la scambievole coerenza delle loro particelle. Se dunque un doppio, o triplo grado di calore nell'aria non produce ne' detti fluidi un doppio, o triplo accrescimento di volume, non può il termometro costituire un' esatta misura del calore medesimo. Questo inconveniente però non ha luogo ne' termometri a mercurio, il quale giusta le osservazioni dell'ingegnoso sig. de Luc, a cui la Fisica deve moltissimo in genere di strumenti e d'osservazioni meteorologiche, si dilata costantemente a misura che van crescendo i gradi di calore. In secondo luogo è provato da numerosi esperimenti, che la palla e il tubo di vetro, che in essi si adoperano, sono suscettibili di condensamento e di espansione in forza del freddo e del caldo. Di fatti immergete un termometro nell'acqua bollente; e vedrete che nell'atto dell'immersione il mercurio discende nel tubo, comechè poi s'incominci a sollevare. Tuffatelo dentro la neve; vedrete accaderne il contrario: intendo dire, che nell'istante dell'immersione il mercurio si vedrà salire. Ciò prova, che il caldo dilata il vetro; ed accrescendo la sua capacità, obbliga il mercurio a discendere; non altrimenti che il freddo lo sforza ad ascendere mercè la contrazione che genera nelle particelle del vetro stesso. Or chi non vede esser questa una cagione poderosissima per far sì, che le ascensioni e depressioni de' fluidi de' termometri

non sieno del tutto atte ad indicarci la vera misura del caldo e del freddo? Tanto vieppiù che la riferita alterazione nella sostanza del vetro è soggetta a variare a norma della differente sua qualità e consistenza.

1177. V'ha benanche un'altra osservazione su questo punto, ed è, che qualora le palle de' termometri sono molti grandi, e i tubi sono alti, e di notabil diametro, si cangia eziandio la loro figura in forza del peso del mercurio; ond'è, che date uguali le altre cose, i piccioli termometri sono sempre più esatti de' grandi, oltre all'essere più comodi.

1178. Non è possibile il comprendere in poche pagine i lumi rilevantissimi, che ci ha somministrato l' uso di siffatto strumento. Basterà l'accennare soltanto d'essersi scoperti col mezzo di esso i differenti gradi di calore, di cui son dotate le diverse specie di animali, sì generalmente, che in particolari e diverse circostanze. Così per esempio, si è ravvisato dalle più accurate osservazioni, che il calore d'un uomo sano, sia qualunque la sua età e il suo temperamento, fa montare il mercurio nel termometro di Farenheit da' 95 fino a 102 gradi; cioè a dire, che applicata la sua palla sotto l'ascella, dopo il tratto d'un quarto d' ora il mercurio ascende a 95 gradi: indi nello spazio d'un'ora a 102, cui non oltrepassa giammai. I cani, i gatti, i lupi, ed altri simili animali, hanno presso a poco lo stesso calore. All'incontro il calor febbrile è tale, che fa montare il mercurio prima al gr. 100, e poi al 109. I polli hanno poco meno che il calor febbrile dell'uomo. Gl'insetti, i pesci; i testacei, le bisce, hanno un grado di calore assai inferiore a quelli che si son testè indicati.

1179. Per via di osservazioni termometriche praticate in Inghilterra da' signori Fordyce, Solander, Phipps, e Banks, ora Presidente della Società Reale, si è rintracciato similmente l'ammirabile efficacia, cui pos-

possiede il corpo degli animali, di soffrire un grado di caldo assai maggiore della propria temperatura, contro ciò che si era stabilito dal celebre Boerhaave. Nel mese di gennaio dell'anno 1774, allorchè l'aria esteriore teneva il mercurio del termometro al disotto del punto della congelazione, i mentovati illustri Accademici entrarono in una stanza riscaldata a gradi 150 del termometro di Farenheit, ove si trattennero 20 minuti: indi passarono in una stanza contigua, ove il calore era di 198 gradi; e vi rimasero 10 minuti. Il dottor Solander entrò poscia solo in una terza stanza, ove il termometro era a gradi 210; e il cavalier Banks vi entrò anche separatamente allorchè il calore era di 211 gradi, e vi si trattenne per sette minuti. Queste osservazioni erano state fatte antecedentemente dal dottor Fordyce entro a camere riscaldate a gradi 90, 110, 119, e 130. Ci attestano eglino, che durante la lor dimora in caldi così eccessivi, il calore, ch'essi sentivano, era oltremodo veemente, ma sopportabile; e la respirazione del tutto libera. Il polso divenne più frequente di grado in grado, fino a fare 145 battute in un minuto di tempo: le vene si gonfiarono notabilmente. Del resto dopo di essersi rassettati in altre camere per lo spazio di circa due ore, uscirono eglino immediatamente all'aria aperta freddissima senza risentirne il menomo danno. Quello ch'è degno di particolare osservazione in questo caso si è, che durante tutto il tempo ch'eglino soffrivano un caldo così affannoso, e che le catene de' loro oriuoli non potevansi toccare per essere infocate, la temperatura del loro corpo, e dell'orina non si alterava no punto corrispondentemente a quei gradi di calore; conciossiachè la palla di un termometro applicata sotto la lingua, oppur tenuta entro alla mano; o finalmente immersa nell'orina, faceva ascendere costantemente il mercurio a 100 gradi (466). Osservarono quindi, che il



(466) E' giunto il momento opportuno onde porgere alcuni indi-

ri

il medesimo andavasi abbassando a misura ch' eglino pro-

zj sopra lo stupendo fenomeno della traspirazione, che colla respirazione e digestione formano i tre gran regolatori dell' economia animale. Come mai, senza far qualche parola d'essa, potrebbe concepirsi dalla nostra mente il fenomeno che un uomo possa resistere senza morire, esposto ad un calore di 210 gradi del termometro di Farenheit, ch'è la temperatura di 80 gradi circa del termometro di Rèaumur, cioè quella dell' acqua bollente? Come concepirsi ancora, che un uomo esposto a così straordinario calore, si abbia a mantenere nella sua ordinaria temperatura di 32 gradi circa, quando tutti i corpi ambienti acquistano un calore proporzionato alla temperatura cui sono esposti, e quindi tale da non poter esser tocchi senza riportare una notabile scottatura? Abbiamo già veduto che la respirazione produce nel polmone e forse in tutto il corso della circolazione una specie di combustione che leva continuamente al sangue carbonio ed idrogeno, i quali combinandosi colla base dell' aria vitale ossia coll' ossigeno, fanno che si ponga in libertà la quantità di calorico necessaria per la conservazione del calore animale. Sappiamo pure ch' è la digestione quella che somministra pel tubo intestinale l'acqua, idrogeno e carbonio, che rendono abitualmente alla macchina animale ciò che questa perde per la respirazione (ed anche per la traspirazione), e che finalmente rigetta al difuori per evacuazione il resto de' materiali che la natura non ha impiegati nell' economia animale.

L'oggetto poi della traspirazione è quello di portar via dall'animale quell' eccesso di calorico che accumulare in esso si potesse, e ciò per mezzo dell' acqua che dall' animale si emana sotto forma aeriforme. Questa vaporizzazione a spese del calorico cagiona necessariamente dentro e fuori dell' uomo un dato raffreddamento continuo, e questo maggiore, o minore a circostanze eguali in proporzione che la traspirazione è più grande, o più picciola; e quindi impedisce sempre che l' animale prender possa mai un grado notabile di temperatura superiore a quello che la natura ha fissato per la sua conservazione.

Se l' uomo, per esempio, si trova in un clima freddo; da una parte la respirazione si accelera, si decompone più aria al polmone, si sprigiona più calorico, e questo compensa in qualche modo la perdita che si cagiona dal raffreddamento occasionato da' corpi circostanti: dall' altra la traspirazione nello stesso tempo si diminuisce, si fa per conseguenza meno svaporazione, e quindi meno raf-

prolungavano la lor dimora in quelle tali stanze, ed
N 4 a pro-

raffreddamento. Se lo stesso individuo passa in una temperatura molto più calda, succede allora l' effetto contrario: la natura rallenta il moto della respirazione, meno aria si decompone, meno calorico si sprigiona; una traspirazione più abbondante si stabilisce; una svaporazione più rapida si promuove, e leva per conseguenza più calorico. In tal guisa si stabilisce quel calore costante che riscontrasi in quasi tutti gli uomini che respirano.

Finchè la variazione di questi effetti non esce dai limiti fissati dalla natura, finchè bastano i mezzi di compensazione ch' essa impiega, l'animale è nello stato di salute; ma se la respirazione levasse dal polmone più idrogeno e carbonio di quello che per la digestione si possa somministrare, e se la traspirazione ed il raffreddamento ch' essa cagiona, non togliessero tutto il calorico proveniente dalla decomposizione dell' aria vitale ec., l' economia animale sarebbe ben presto alterata; ed in tali occasioni la natura accelera, o ritarda il moto della circolazione e l' energia della vita. Ma noi senza avvedercene, strascinati dall' utilità della cosa, ci allontaniamo dal nostro oggetto; e quindi ci affrettiamo di ritornarci.

La traspirazione non è dunque realmente che un' emanazione principalmente di acqua pura che si esala continuamente dal corpo degli animali a spese del loro calorico, e che per esser combinata perfettamente con esso, non diviene sensibile che in date circostanze. Quest' emanazione non succede soltanto per mezzo dei pori della pelle, come si credeva, ma si esala ancora una quantità d' umidità dal polmone ad ogni espirazione, umidità che viene feltrata attraverso le membrane del polmone, e ch' è originata dall' umor viscoso che stilla di continuo nei bronchi. Quest' umidità è quella che trovandosi sommamente divisa nel momento in cui esce dai pori estremamente fini delle membrane polmonarie, si discioglie in una data quantità del calorico che si svolge per l' atto della respirazione e ne sorte per ogni espirazione; senza il qual mezzo quest' acqua così feltrata aumenterebbesi ben presto nei bronchi e farebbe perir l' animale. Questa svaporizzazione è anche aiutata dall' aria, la quale entrando fredda nel polmone, ed uscendo calda, si carica facilmente dell' acqua in vapore, e ne vota ad ogni espirazione, come sensibilmente scorgiamo nell' inverno.

Esponendosi dunque, dopo le cose dette, un uomo ad una altissima temperatura, si scorge facilmente che la traspirazione o la sva-

a proporzione che andava crescendo il numero delle per-

svaporazione cutanea e polmonare si debbe accrescere notabilmente, cioè a misura che la temperatura s'innalza: ma dovendosi questa svaporazióna ò traspirazione continua effettuarsi tutta a spese del calorico circostante, ne segue necessariamente che l'uomo che dà del suo calorico all'acqua che continuamente si svaporizza, non può mai innalzare la sua temperatura dal limite ordinario; perciocchè tutto il calorico che riceve al disopra dei 32 gradi circa, va continuamente a porre in vapor l'acqua: cosa che non può avvenire per gli altri corpi, i quali non consumandone in verun usó, innalzano la loro temperatura in proporzione al calorico che ricevono. Se ciò non avvenisse, converebbe dire che l'uomo riceve due quantità di calorico a differenza degli altri corpi, una cioè per innalzare la sua temperatura al grado degli altri corpi ambienti, e l'altra onde porre in vapore l'acqua ch'esso traspira, la quale, come si sa, esige una grandissima quantità di calorico.

La causa unica dunque per cui un uomo esposto ad un grandissimo calore resiste senza che la temperatura si accresca, è fondata sull' aumento della sua traspirazione cutanea e polmonare, o in altri termini sull'aumento di svaporazione che si fa sulle superficie umettate dell'uomo: svaporazione che impiega successivamente tutto il calorico che lo affetta al di là della sua temperatura ordinaria, e che lo conserva per conseguenza nel suo ordinario grado di calore. Havvi degli esempj che alcuni uomini abbiano resistito ad un calore anche maggiore dell'acqua bollente. La base però di ciò è sempre la svaporazione cutanea, e quindi l'esistenza nell'animale dell'umidità necessaria. Anzi I. l'animale che sia esposto a così alta temperatura, o che si affatichi assai, si riscaldi, e traspiri, ha gran bisogno di bere frequentemente, onde introdurre il materiale che deve ad ogni istante portar seco l'eccesso di calorico a misura o che tenta di penetrarlo, o che si depone al polmone nella decomposizione del gàs ossigeno. II. Se l'animale non introducesse quest'acqua, allora si avvicinerebbe alla deperizione in proporzione appunto che l'umor traspirabile si andasse scemando. III. Cessando nell'animale la traspirazione per mancanza d' umor traspirabile, allora si ridurrebbe esso in un momento alla temperatura de'corpi ambianti, e perirebbe.

In guisa sì semplice la natura ha fissato i gran regolatori dell' economia animale, onde l'uomo sia atto a poter egualmente travagliare (colla sola differenza di traspirazione e di respirazione) sot-

persone (467). Il mentovato dottor Fordyce trovò similmente nel corso de' suoi esperimenti, che un cane potè vivere comodamente in un'aria riscaldata al grado 260, conservando nel tempo stesso quasi la sua natural temperatura, la quale a dir vero non si accrebbe, che di soli due gradi (468). Dal che apparisce che il corpo degli animali possiede effettivamente l'efficacia di produrre un certo grado di freddo, e di serbare in essoloro una temperatura minore di quella dell'aria, che li circonda. Una serie di vaghi sperimenti praticati dal signor Crawford su di ranocchie, non men vive, che morte, esposte all'aria or umida, or secca, ed immerse finanche nell'acqua calda, non solamente dimostra a chiaro lume la stessa verità, ma fa chiaramente scorgere che la facoltà posseduta da' viventi di produrre un certo grado di freddo, deriva da due principj; cioè a dire, e dallo svaporamento del loro corpo, mercè di cui si porta via il calore in gran dovizia, come si è già notato (§. 1017) e dal concorso del calore interno dal centro del corpo verso i vasi polmonari, che ne restano mano mano sforniti per la ragione del rapido assorbimento, che ne fa la mentovata evaporazione.

1180.

sotto l'equatore, che sotto ai poli, e fissò parimente con semplicità in ciascun uomo i regolatori della nutrizione, avvertendolo de' suoi bisogni colla sensazione dell'appetito, oppure con quella della nausea, o della indigestione, qualora esso, fatto schiavo de' sensi, avesse introdotto pei canali della digestione più di quello che al suo essere abbisognava.

(467) Per le ragioni addotte nella nota antecedente, si scorgerà che quanto maggiore sarà il numero delle persone poste entro ad una di queste camere calde, tanto più si accrescerà la svaporazione, e quindi l'impiego di calorico, che vi si farà; dal che ne verrà necessariamente l'abbassamento della temperatura interna (vedi nota 466).

(468) Il cane in questa situazione dà segni manifesti di essere prontamente assetato (vedi nota 466).

1180. Per ciò che riguarda i gradi di freddo, si era nella falsa supposizione, che il massimo freddo, al di là di cui niuno animale avrebbe potuto vivere, fosse quello che si produsse da Boerhaave col mescolar lo spirito di nitro insiem colla neve, il quale fece discendere il mercurio 40 gradi sotto il zero di Farenheit, ossia 62 gradi al disotto della congelazione (§. 1172). Ma le osservazioni termometriche fatte nella siberia durante lo spazio di nove anni dal signor Gmelino, professore di Chimica, e di Storia naturale in Pietroburgo, ci rendono informati, che il freddo è quivi così intenso soventi volte durante l'inverno, che fa discendere il mercurio al grado 87 ½ sotto il gelo del divisaro termometro; e che nell'anno 1738 ai 9 dì gennaio fu egli sì crudele, che lo fece abbassare al grado 152 sotto la congelazione. Il signor Hutchins dimorando nella Baia di Hudson in America, e propriamente nel Forte Albany, la cui latitudine supera di un sol grado quella di Londra, non solamente trovò gelato il mercurio parecchie volte, ma nel 1778 per virtù di freddo naturale lo vide disceso nel termometro fino a 490 gradi, ch'è per verità il più intenso, che fosse stato osservato giammai. Cosa veramente straordinaria, quando si rifletta, che gli Accademici parigini ritrovarono il massimo freddo sotto il cerchio polare a gradi 37 di Rèaumur; ossia a 70 sotto il zero di Farenheit.

1181. Finalmente si è scoperto col mezzo de' termometri l'esistenza del *fuoco*, o del *calor latente*; che val quanto dire, chi i corpi possono assorbire una data quantità di fuoco, senza che siegna la menoma alterazione nella loro temperatura. Abbiam detto altrove (§. 1098) essersi questa cagione rilevata dal dottor Black, comechè altri prima di lui ne avessero osservati gli effetti. E' nota ad ognuno la sperienza degli Accademici del Cimento, i quali avendo immersa la palla d'un termometro dentro un vaso di diaccio pesto,

sto, ed avendolo ridotto alla temperatura del medesimo, immersero quindi il vaso con tutto il termometro nell'acqua bollente. Il risultato di codesta preparazione si fu, che non ostante il bollore dell'acqua, il calore del termometro non soffrì la menoma alterazione nella sua altezza. Nel §. 1097 si sono rapportati esempj simiglianti. Laonde è forza il dire, che il calore sviluppato dall'acqua si fosse comunicato al diaccio, e quindi combinato in guisa tale con quello, che la sua temperatura non ne fu punto alterata.

1182. Si è osservato più volte, che una massa d'acqua assai più fredda di quel che si richiede per ridurla in diaccio, conservava tuttavia lo stato di fluidità; laddove agitata poi col mezzo della mano, convertivasi immediatamente in gelo; segno è dunque, che mediante l'agitazione si sviluppa dall'acqua una certa dose di fuoco, la quale altrimenti sarebbe rimasta, per così dire, appiattata senza manifestare la sua naturale mobilità.

1183. E' scoperta del sopraccitato dottor Black, che l'acqua bollita si addiaccia più prontamente di quella che non ha sofferto alcun bollore: e che un tal divario vien cagionato da ciò, che l'acqua bollita assorbisce una certa quantità d'aria, di cui erasi spogliata bollendo, la quale agitandola in certo modo nell' internarvisi, sprigiona con efficacia quella dose di fuoco, che altrimenti sarebbe rimasta quivi appiattata. Gli esperimenti del valoroso signor Landriani confermano questa verità, avendo egli rilevato, che il mentovato divario non ha luogo ne' vasi chiusi. I curiosi su questo soggetto è ben che leggano quel ch' egli ne ha registrato ne' suoi *Opuscoli scientifici*.

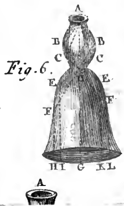
1184. Ed è anche da osservarsi, che siffatta dose di calor latente si sprigiona poscia, e si manifesta tutte le volte che i corpi lasciando lo stato di fluidità passano all' esser di solidi; oppur quando fan passaggio dallo stato di vapore a quello di fluidi. Una quan-

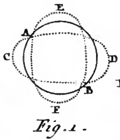
tità

tità di vapore acquoso della temperatura dell'acqua bollente, condensato co' mezzi convenienti dentro d'un vaso, riducesi in gocce, il cui calore supera di molto quello dell'acqua, che bolle (§. 1017). Il dottor Black ha dimostrato che una massa di ghiaccio, nell'atto che si fonde, toglie ad una ugual massa di acqua 140 gradi di calore, misurati sulla scala di Farenheit, senza cangiar temperatura; inguisachè presa una massa di ghiaccio alla temperarura di 32 gr., e mescolata con una massa uguale di acqua alla temperatura di 172 gr., tostochè sarà fuso il ghiaccio, la temperarura della massa totale sarà di 32 gr.. Si son dunque assorbiti dal fluido 140 gradi di calore. D'altronde l'acido vitriolico, e l'olio insiem mescolati vansi ad indurire; ed a misura ch'essi lasciano lo stato di fluidità, va crescendo sensibilmente il loro calore. Sono innumerabili gli esperimenti, che rapportar si potrebbero in comprova di questa verità: quelli particolarmente, che han per oggetto lo scioglimento de' sali, le cristallizzazioni, i coagoli, le fusioni, ec., sono oltremodo semplici, curiosi, e soddisfacenti.

1185. Abbiam già accennato in altro luogo (§. 1098) quanto sia ragionevole la congettura del signor de Luc, il quale suppone, che intanto il fuoco scomparisce in tali casi, in quanto che si combina egli intimamente co' fluidi, ne' quali s'introduce, giacchè si rende visibile di bel nuovo nella loro scomposizione. Da qui si trae agevolmente l'intelligenza del calor costante dell'acqua che bolle; avvegnachè combinandosi il fuoco co' vapori, che costantemente n'esalano, a misura che l'acqua viene investita dal medesimo; e divenendo egli parte essenziale e costitutiva di quelli, non si può in verun modo accumular nell'acqua per quindi aumentarne il grado di calore.

FINE


Fig. 6.
A
B
C
E
F
H I G K L


Fig. 1.
A
B
C
D
E
F

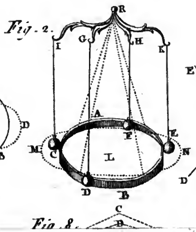
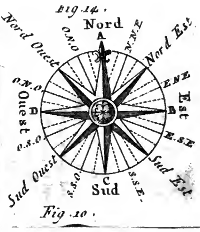

Fig. 2.
R
I
G
H
K
A
F
E
M
C
L
N
D
B


Fig. 4
A
B
E
D


Fig. 14.
Nord
Nord Est
Est
Sud Est
Sud
Sud Ouest
Ouest
Nord Ouest
N.N.E
E.N.E
E.S.E
S.S.E.
S.S.O.
O.S.O.
O.N.O.
A
B
C
D
Fig. 10.


NAPOLI

Tomo IV.

Tavola II.

Fig. 1

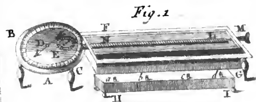



Fig. 2.

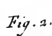



Fig. 3.



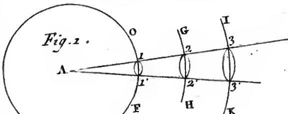

Fig. 4.





Fig. 5.

Tavola aggiunta







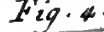



Fig. 4.


NAPOLI



